

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ



ΦΥΣΙΚΗ

ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ Α΄ ΤΑΞΗΣ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

Τόμος 7ος

ΦΥΣΙΚΗ

ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ
Α΄ ΤΑΞΗΣ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

7ος τόμος

ΥΠΕΥΘ. ΤΗΣ ΣΥΓΓΡΑΦ. ΟΜΑΔΑΣ

**Παναγιώτης Β. Κόκκοτας, Καθηγ.
της Διδακτικής των Φυσικών
Επιστημών του Παν/μίου Αθηνών.**

ΣΥΓΓΡΑΦΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

**Ιωάννης Α. Βλάχος, Διδάκτορας,
Σχολ. Σύμβουλος του κλάδου ΠΕ4.**

**Ιωάννης Γ. Γραμματικάκης,
Επίκουρος Καθηγητής Φυσικής στο
Πανεπιστήμιο Αθηνών.**

**Βασίλης Α. Καραπαναγιώτης,
Φυσικός, Καθηγητής Πειραματικού
Σχολείου Πανεπιστημίου Αθηνών.**

**Παναγιώτης Β. Κόκκοτας, Καθηγ.
της Διδακτικής των Φυσικών
Επιστημών του Παν/μίου Αθηνών.**

**Περικλής Εμ. Περιστερόπουλος,
Φυσικός, Υποψήφιος Διδάκτορας,
Καθηγητής στο 3ο Λύκειο Βύρωνα.**

**Γιώργος Β. Τιμοθέου, Φυσικός,
Λυκειάρχης στο 2ο Λύκειο
Αγ. Παρασκευής.**

Οι συγγραφείς ευχαριστούν τον Ιωάννη Βαγιωνάκη, Φυσικό, για τη συμβολή του στη συγγραφή ασκήσεων και ερωτήσεων, για τις παρατηρήσεις και υποδείξεις του, καθώς και για τη βοήθειά του στην επιμέλεια έκδοσης.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΡΙΣΗΣ

Φλυτζάνης Νικ. (Πρόεδρος), *Καθηγ. Τμ. Φυσικής του Παν/μίου Κρήτης.*

Καλοψικάκης Εμμανουήλ,

Φυσικός, τ. Σχολικός Σύμβουλος.

Ξενάκης Χρήστος, Δρ. Φυσικός,

Σχολικός Σύμβουλος Φθιώτιδος.

Πάλλας Δήμος, Φυσικός,

Υποδιευθυντής 1ου Λυκείου Λαμίας.

Στεφανίδης Κωνσταντίνος, Δρ.

Φυσικός, Σχ. Σύμβουλος Πειραιά.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους Καθηγητές της Φυσικής που μας

βοήθησαν στο έργο μας:

1. Την Σωτηρία Θεοδωρίδου για τη συμβολή της στις Λύσεις των Ασκήσεων, στις Περιλήψεις, στο Ευρετήριο και στο Γλωσσάρι.

2. Την Σοφία Ιωαννίδου για τη συμβολή της στη Λύση των ασκήσεων Α΄ και Β΄ Λυκείου.

3. Τον Κώστα Ζαχαριάδη και την Ταρσώ Μπουγά για τις εύστοχες παρατηρήσεις τους στο βιβλίο της Γ΄ Λυκείου Γενικής Παιδείας.

4. Την Γεωργία Αγγελοπούλου για τις Ασκήσεις που πρότεινε να συμπεριληφθούν στα βιβλία.

5. Την Μαρία Σωτηράκου για τη συμβολή της στο Ευρετήριο.

Οι συγγραφείς

**ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ ΓΙΑ
ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΟΡΑΣΗ**

Ομάδα Εργασίας ΥΠΔΒΜΘ

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ
ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ**

**ΙΩΑΝΝΗΣ Α. ΒΛΑΧΟΣ
ΙΩΑΝΝΗΣ Γ. ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΑΚΗΣ
ΒΑΣΙΛΗΣ Α. ΚΑΡΑΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ Β. ΚΟΚΚΟΤΑΣ
ΠΕΡΙΚΛΗΣ ΕΜ.
ΠΕΡΙΣΤΕΡΟΠΟΥΛΟΣ
ΓΙΩΡΓΟΣ Β. ΤΙΜΟΘΕΟΥ**

ΦΥΣΙΚΗ

**ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ
Α΄ ΤΑΞΗΣ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**

7ος τόμος

2.3.2 Ιδιότητες των αερίων

α) Η πίεση

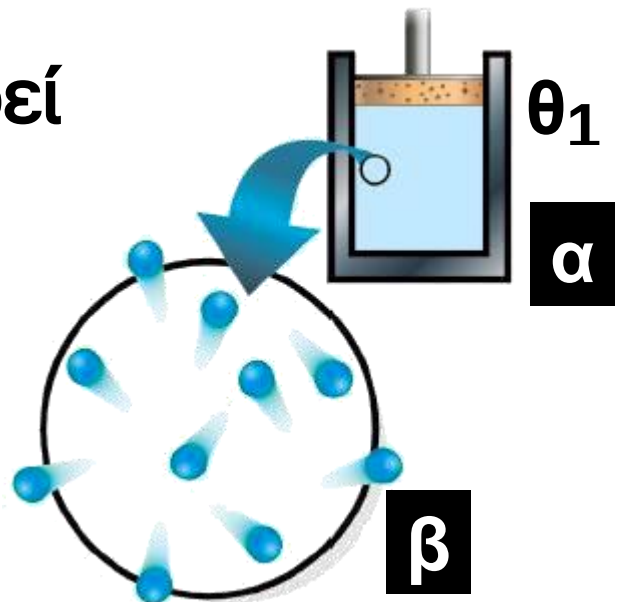
Στην παράγραφο αυτή θα μελετήσουμε τις ιδιότητες των αερίων με τη βοήθεια της κινητικής θεωρίας της ύλης.

Το μεγάλο κενό μεταξύ των μορίων, που φαίνεται στην εικόνα 2.3.3β, είναι αναμενόμενο διότι η εμπειρία δείχνει ότι τα αέρια συμπιέζονται πολύ εύκολα.

Η εμπειρία μας αυτή εναρμονίζεται με τα πειραματικά ευρήματα σύμφωνα με τα οποία ο ατμοσφαιρικός αέρας μπορεί να συμπιεστεί, εικόνα 2.3.4. Με κατάλληλες διατάξεις ο αέρας μπορεί να συμπιεστεί στο $1/800$ του αρχικού του όγκου προκειμένου να αποκτήσει συμπεριφορά υγρού.

Εικόνα 2.3.3α

Φαίνεται ένας κύλινδρος που περιέχει ένα αέριο αεροστεγώς κλεισμένο με έμβολο βάρους B . Το έμβολο μπορεί να κινείται χωρίς τριβές.



Εικόνα 2.3.3β

Έχει αναπαρασταθεί σε μεγέθυνση μέρος του αερίου της εικόνας 2.3.3α. Στην αναπαράσταση αυτή τα μόρια του αερίου συμβολίζονται με μπλε σφαιρίδια.

Παρατηρούμε ότι παρά το μεγάλο κενό μεταξύ των μορίων, το αέριο που υπάρχει στον κύλινδρο "σηκώνει" το βάρος του εμβόλου.

Θα μας ήταν εύκολο να κατανοήσουμε αυτό που συμβαίνει, αν το

βάρος του εμβόλου υποστηριζόταν από κάποιο υγρό, που είναι πρακτικά ασυμπίεστο, επειδή τα μόρια του είναι σε επαφή μεταξύ τους.

Εικόνα 2.3.4
Ο ατμοσφαιρικός αέρας και γενικά όλα τα αέρια είναι συμπιεστά.

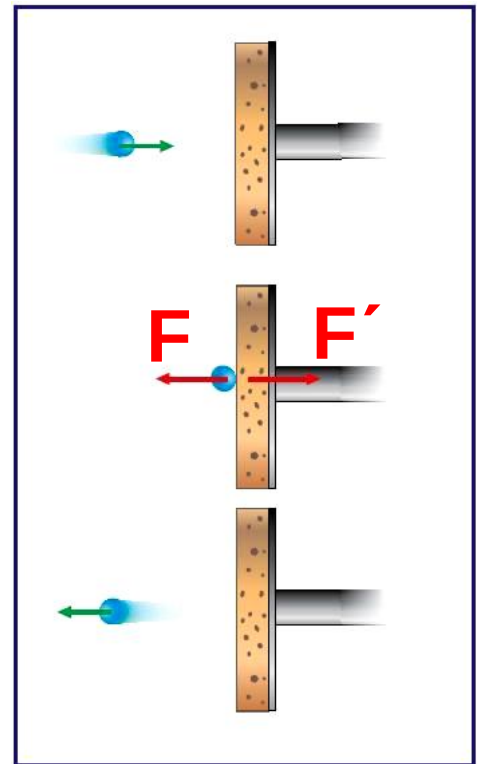


Πώς όμως μπορεί να στηρίξει ένα τόσο αραιό σώμα, όπως ο αέρας, το βάρος του εμβόλου;

Ας θεωρήσουμε ένα μόριο του αερίου το οποίο κινείται προς την επιφάνεια του εμβόλου και ανακλάται στην αντίθετη κατεύθυνση (Εικ. 2.3.5).

Εικόνα 2.3.5

Η δύναμη F από το έμβολο είναι αυτή που προκάλεσε την αλλαγή της ορμής του μορίου, ενώ στο έμβολο ασκήθηκε από το μόριο η δύναμη F' .



Σύμφωνα με το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα, η αλλαγή της ταχύτητας και συνεπώς η αλλαγή της ορμής του μορίου, οφείλονται στη δύναμη που ασκήθηκε από το έμβολο στο μόριο κατά τη διάρκεια της σύγκρουσής τους.

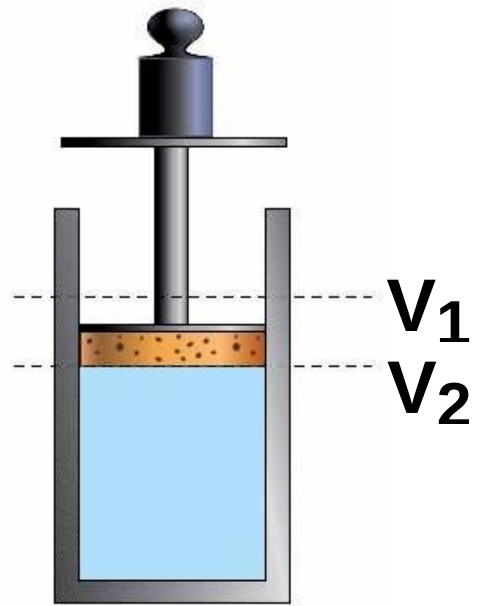
Σύμφωνα με τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα, η δύναμη F από το έμβολο είναι η δράση που προκάλεσε την αλλαγή της ορμής, ενώ στο ίδιο

το έμβολο ασκήθηκε η αντίδρασή της F' .

Αν σκεφτούμε ότι ακόμα και μια ελάχιστη ποσότητα αερίου π.χ. όση περιέχεται στο χώρο που καταλαμβάνει η κεφαλή μιας καρφίτσας, περιέχει 10^{17} μόρια, (δηλαδή 100.000 τρισεκατομμύρια) ο αριθμός των μορίων στον κύλινδρο είναι ασύλληπτα μεγάλος. Τα μόρια που υπάρχουν στο δοχείο συγκρούονται μεταξύ τους καθώς επίσης και με τα τοιχώματα του δοχείου. Συνεπώς κάθε χρονική στιγμή ένας αριθμός από το τεράστιο πλήθος των μορίων συγκρούεται με το έμβολο.

Η συνισταμένη όλων των δυνάμεων που ασκούν τα μόρια στο έμβολο, είναι υπεύθυνη για τη στήριξη του εμβόλου.

Τι άραγε θα συμβεί αν τοποθετήσουμε ένα σώμα βάρους B πάνω



Εικόνα 2.3.6

στο έμβολο και αυξηθεί η πίεση που ασκείται στο αέριο; Αν πραγματοποιήσουμε το πείραμα θα διαπιστώσουμε ότι:

- α) ο όγκος του αερίου γίνεται μικρότερος,
- β) το έμβολο ισορροπεί πάλι (Εικ. 2.3.6).

Συνεπώς, η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούν τα μόρια στο έμβολο, συνολικά, εξισορροπεί την αυξημένη δύναμη που ωθεί το έμβολο προς τα κάτω. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί ως εξής:

Επειδή μειώθηκε ο όγκος του αερίου μικρυναν οι διαδρομές που διανύουν τα μόρια μεταξύ δυο διαδοχικών συγκρούσεων με το έμβολο. Έτσι οι συγκρούσεις έγιναν συχνότερες και η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκείται στο έμβολο έγινε μεγαλύτερη.

Η ιδιότητα των αερίων να ασκούν δυνάμεις στα τοιχώματα των δοχείων που τα περιέχουν περιγράφεται με την έννοια της πίεσης.

Όπως γνωρίζουμε η πίεση, P , ορίζεται από το πηλίκο της κάθετης δύναμης F , που ασκείται σε μια επιφάνεια, προς το εμβαδόν S της επιφάνειας αυτής.

$$\text{Δηλαδή: } P = \frac{F}{S}.$$

Στα παραδείγματα που εξετάσαμε η πίεση που ασκεί το αέριο στο έμβολο είναι:

$$P = P_{\text{atm}} + \frac{B_{\text{ολ}}}{S}$$

όπου: $B_{\text{ολ}}$ το βάρος του σώματος και του εμβόλου, S το εμβαδόν του εμβόλου και P_{atm} η ατμοσφαιρική πίεση.

Πρέπει να τονίσουμε ότι λόγω της τυχαίας κίνησης των μορίων προς κάθε κατεύθυνση, η πίεση στο έμβολο είναι ίση με την πίεση στα τοιχώματα του κυλίνδρου και είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερος είναι ο ρυθμός των κρούσεων.

Νόμος του Boyle



Στην παράγραφο 2.3.2 μάθαμε ότι, αν ο όγκος ενός αερίου ελαττωθεί, έχουμε αύξηση των συγκρούσεων των μορίων του με τα τοιχώματα του δοχείου, δηλαδή αύξηση

της πίεσης του αερίου. Αυτό αποτελεί μια ποιοτική ερμηνεία του πειραματικού νόμου του Boyle σύμφωνα με τον οποίο:

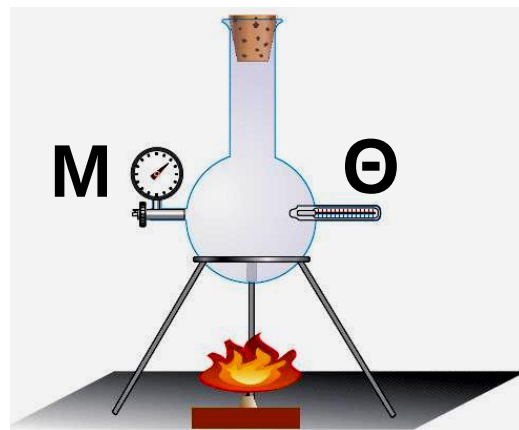
Υπό σταθερή θερμοκρασία το γινόμενο της πίεσης και του όγκου του αερίου είναι σταθερό.

Δηλαδή: $PV = \text{σταθερό}$ (για $T = \text{σταθερό}$).

β) Η θερμοκρασία

Στην εικόνα 2.3.7 έχουμε σχεδιάσει ένα κλειστό δοχείο μέσα στο οποίο υπάρχει αέριο. Το δοχείο είναι εφοδιασμένο με μανόμετρο M , που μετράει την πίεση και με θερμόμετρο Θ που μετράει τη θερμοκρασία.

Τι θα παρατηρήσουμε αν θερμάσουμε το αέριο και αυξηθεί η θερμοκρασία του;

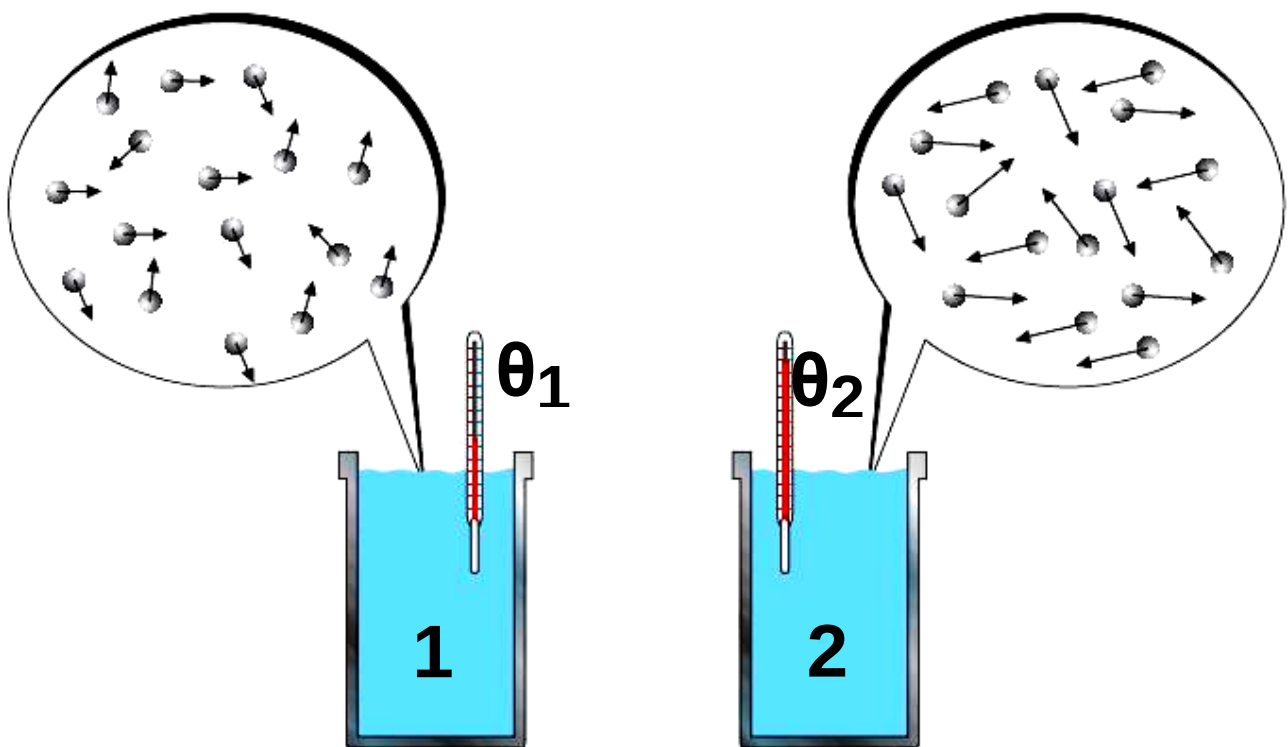


Εικόνα 2.3.7

Το πείραμα δείχνει ότι αυξάνεται η ένδειξη του μανόμετρου δηλαδή η πίεση του αερίου. Πώς μπορεί να ερμηνευθεί αυτή η μεταβολή με δεδομένο ότι ο όγκος του αερίου έμεινε πρακτικά αμετάβλητος;

Σύμφωνα με όσα αναφέραμε προηγουμένως για την ερμηνεία της πίεσης στα αέρια, είναι λογικό να δεχθούμε ότι αυξήθηκε η ταχύτητα των μορίων. Κατά συνέπεια, η έννοια της θερμοκρασίας είναι συνυφασμένη με την ταχύτητα των μορίων.

Έτσι η αύξηση της θερμοκρασίας σχετίζεται με την αύξηση της



Εικόνα 2.3.8

Το δοχείο 1 περιέχει κρύο νερό και το δοχείο 2 ζεστό (δηλαδή $\theta_1 < \theta_2$). Τα μόρια του νερού απεικονίζονται με σφαιρίδια και οι ταχύτητες τους με βέλη. Στο ζεστό νερό τα μόρια κινούνται με μεγαλύτερες ταχύτητες, οι οποίες παριστάνονται με βέλη μεγαλύτερου μήκους.

ταχύτητας των μορίων. Το λογικό αυτό συμπέρασμα ελέγχθηκε πειραματικά και βρέθηκε ότι είναι σωστό

και ισχύει εκτός από τα αέρια στα υγρά (Εικ. 2.3.8) και στα στερεά ανεξάρτητα από το είδος των σωματιδίων που αυτά αποτελούνται, δηλαδή άτομα, ιόντα ή μόρια.

Ο προσδιορισμός της σχέσης μεταξύ θερμοκρασίας και κίνησης των σωματίων από τα οποία αποτελούνται τα υλικά σώματα αποτέλεσε σημαντικό σταθμό στην ιστορία της Φυσικής.

2.3.3 Εσωτερική ενέργεια

Όπως είναι γνωστό, στα αέρια τα μόρια βρίσκονται σε συνεχή κίνηση, με τις ταχύτητες τους και κατά συνέπεια τις κινητικές τους ενέργειες συνεχώς να μεταβάλλονται.

Ορίζουμε ως μέση κινητική ενέργεια K των μορίων του αερίου το άθροισμα των κινητικών ενεργειών

$K_1, K_2, \dots, K_N$ των μορίων του αερίου
δια του πλήθους των N

$$\text{Δηλαδή: } \bar{K} = \frac{K_1 + K_2 + \dots + K_N}{N}$$

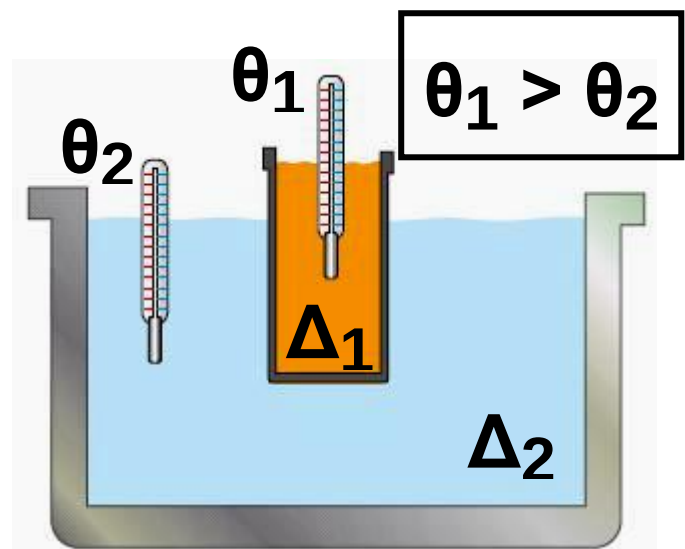
Στα αραιά μονοατομικά αέρια τα μόρια θεωρούνται ως σωματίδια, τα οποία μπορούν να έχουν, μόνο μεταφορική κίνηση. Αυτό σημαίνει πως η μέση κινητική ενέργεια για κάθε μόριο του αερίου αυτού, είναι μεταφορική κινητική ενέργεια.

Εάν πολλαπλασιάσουμε τη μέση κινητική ενέργεια $\bar{K}$ των μορίων του αερίου λόγω της μεταφορικής τους κίνησης με το πλήθος τους N , προκύπτει η συνολική κινητική ενέργεια όλων των μορίων του αερίου.

Η ενέργεια αυτή ονομάζεται εσωτερική ενέργεια U και είναι αποτέλεσμα των θερμικών κινήσεων των μορίων του. Δηλαδή:

$$U = N \bar{K} \quad (2.3.1)$$

Συνεπώς, η εσωτερική ενέργεια των αερίων αποδίδεται στη θερμική κίνηση των μορίων τους, αφού θεωρούμε την αλληλεπίδραση και κατά συνέπεια τη δυναμική ενέργεια, μηδέν. Επιπλέον, πρέπει να τη διακρίνουμε από οποιαδήποτε άλλη ενέργεια που είναι δυνατόν να έχει το αέριο, π.χ. ένεκα της κίνησης του δοχείου στο οποίο περιέχεται.



Εικόνα 2.3.9

Σημείωση: Στα υγρά και στα στερεά, επειδή τα μόριά τους αλληλε-

πιδρούν, εκτός από την κινητική έχουν και δυναμική ενέργεια. Έτσι, στην περίπτωση των σωμάτων αυτών, εσωτερική ενέργεια είναι το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας των δομικών τους λίθων. Όταν υπολογίζουμε μόνο τη συνολική κινητική ενέργεια των δομικών λίθων την ονομάζουμε θερμική ενέργεια του σώματος και είναι μέρος της εσωτερικής του ενέργειας.

Θέρμανση ενός σώματος, σημαίνει αύξηση της εσωτερικής του ενέργειας εις βάρος της εσωτερικής ενέργειας κάποιου άλλου σώματος, του οποίου η εσωτερική ενέργεια μειώνεται και συνεπώς αυτό ψύχεται. Η αύξηση της εσωτερικής ενέργειας του ενός σώματος και η ταυτόχρονη μείωση της εσωτερικής ενέργειας του άλλου, συνεχίζονται

έως ότου αυτά αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία.

Τη διαδικασία αυτή μπορούμε να τη διαπιστώσουμε πειραματικά με τη βοήθεια της διάταξης που φαίνεται στην εικόνα 2.3.9. Πρόκειται για δυο δοχεία τα οποία περιέχουν νερό σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Το μικρό δοχείο έχει μεταλλικά λεπτά τοιχώματα και περιέχει ζεστό νερό θερμοκρασίας θ_1 (σε $^{\circ}\text{C}$). Το μεγάλο δοχείο έχει κρύο νερό θερμοκρασίας θ_2 (σε $^{\circ}\text{C}$). Στα δύο δοχεία υπάρχουν θερμόμετρα με τα οποία μετράμε τις θερμοκρασίες του νερού των δυο δοχείων. Αρχικά οι θερμοκρασίες είναι θ_1 και θ_2 . Στη συνέχεια η θερμοκρασία του νερού στο δοχείο Δ_1 μειώνεται ενώ αυξάνεται η θερμοκρασία στο δοχείο Δ_2 . Η μεταβολή των θερμοκρασιών συ-

νεχίζεται έως ότου το νερό στα δυο δοχεία αποκτήσει την ίδια θερμοκρασία.

Όσο χρόνο οι θερμοκρασίες είναι διαφορετικές, γίνεται ανακατανομή στις εσωτερικές ενέργειες, το αποτέλεσμα της οποίας το ονομάζουμε "απορρόφηση θερμότητας" από το νερό στο δοχείο Δ_2 . Όταν οι θερμοκρασίες γίνουν ίσες σταματά η ανακατανομή των εσωτερικών ενεργειών και τότε ούτε προσφέρεται ούτε απορροφάται θερμότητα.

Η κατάσταση αυτή ονομάζεται θερμική ισορροπία.

Μια μητέρα λέει στο παιδί της:

α) Κλείσε το ψυγείο, για να μην φύγει η ψύξη.

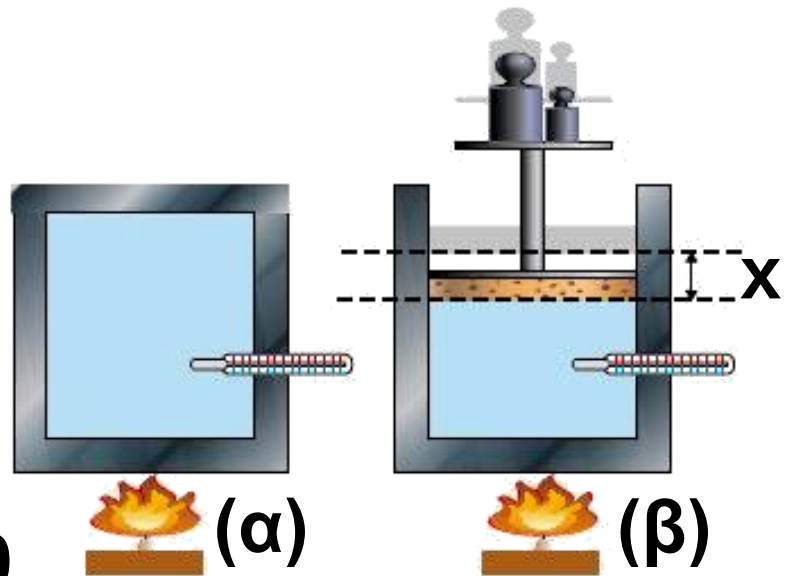
β) Κλείσε την πόρτα του σπιτιού για να μην μπει το κρύο.

Να σχολιάσετε τις προτάσεις αυτές.

2.3.4 Θερμότητα και διατήρηση της ολικής ενέργειας

Παρόλο που πολλές φορές μέχρι τώρα σε προηγούμενα κεφάλαια αναφερθήκαμε στην αρχή διατήρησης της ενέργειας, σε καμία περίπτωση δε λάβαμε υπόψη μας την εσωτερική ενέργεια του αερίου. Στην εικόνα 2.3.10 της επόμενης σελίδας φαίνονται δυο ίσες ποσότητες αερίου σε διαφορετικά δοχεία.

Εάν θερμάνουμε και τα δύο αέρια εξίσου, δηλαδή προσφέρουμε και στα δύο την ίδια ποσότητα θερμότητας θα έχουμε το ίδιο αποτέλεσμα;



Εικόνα 2.3.10

(α)

(β)

Στο πρώτο δοχείο και με την προϋπόθεση πως αυτό διατηρεί τον όγκο του σταθερό, το αέριο θερμαίνεται χωρίς καμία μεταβολή στον όγκο του. Αυτό σημαίνει πως η προσφερόμενη θερμότητα απορροφήθηκε εξολοκλήρου από τα μόρια του αερίου, τα οποία αύξησαν έτσι την κινητική τους ενέργεια, δηλαδή ότι αυξήθηκε η εσωτερική ενέργεια του αερίου. Μπορούμε λοιπόν να διατυπώσουμε την αρχή διατήρησης της ενέργειας με την απλή εξίσωση:

**Προσφερόμενη θερμότητα = αύξηση
εσωτερικής ενέργειας αερίου**

$$\text{ή} \quad \mathbf{Q = \Delta U} \quad (2.3.2)$$

Στο δεύτερο δοχείο η θερμοκρασία του αερίου αυξάνεται λιγότερο και διαστελλόμενο ανυψώνει σιγά - σιγά το έμβολο, βάρους B και εμβαδού S , κατά μικρό ύψος x . Το γεγονός πως το έμβολο ισορροπεί και μετά τη διαστολή, σημαίνει πως η πίεση P του αερίου παρέμεινε σταθερή, ώστε να ικανοποιείται η συνθήκη ισορροπίας:

$$\mathbf{PS = P_{atm} S + B}$$

Αντίθετα λοιπόν με ότι συμβαίνει στο πρώτο δοχείο όπου η προσφερόμενη θερμότητα μετατράπηκε εξ' ολοκλήρου σε εσωτερική ενέργεια του αερίου, στο δεύτερο δοχείο η εξέλιξη είναι διαφορετική. Συγκεκριμένα η ανύψωση του εμβόλου

κατά x , σημαίνει πως το αέριο διαστελλόμενο πρόσφερε ενέργεια ίση με το έργο της σταθερής δύναμης PS , το οποίο είναι $W = PSx$ και επειδή $Sx = \Delta V$, προκύπτει:

$$W = P\Delta V \quad (2.3.3)$$

Στη σχέση (2.3.3), ΔV είναι η αύξηση του όγκου του αερίου κατά τη θέρμανσή του.

Αν λοιπόν αγνοήσουμε κάθε άλλη ενέργειακή μεταβολή, εκτός από τη θέρμανση του αερίου και την ανύψωση του εμβόλου, η διατήρηση της ενέργειας περιγράφεται από την εξίσωση:

Προσφερόμενη θερμότητα = αύξηση της εσωτερικής ενέργειας αερίου και ενέργεια απαιτούμενη για την ανύψωση του εμβόλου, εικόνα 2.3.11.

Η μαθηματική έκφραση της εξίσωσης αυτής είναι:

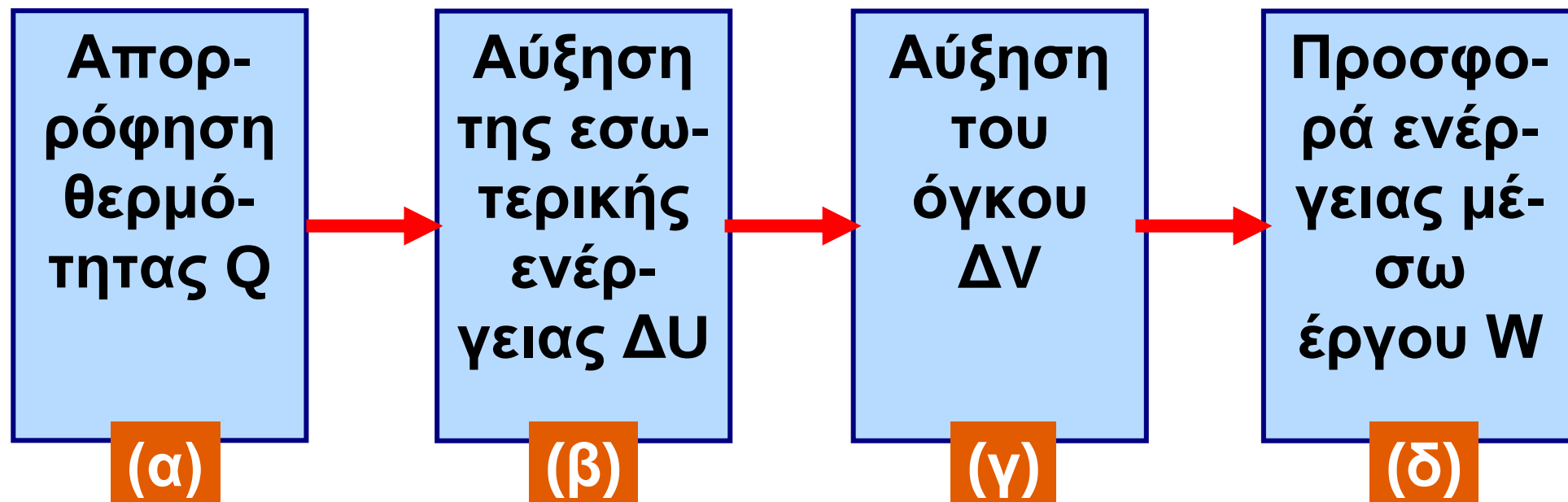
$$Q = \Delta U + W \quad (2.3.4)$$

Μέχρι τώρα κάθε φορά που αναφερόμαστε στη θερμότητα Q , θεωρούμε πως αυτή είναι μια μορφή ενέργειας όπως τόσες άλλες. Ωστόσο η άποψη αυτή μπορεί να εξυπηρετεί τη μελέτη μιας σειράς φαινομένων (και για το λόγο αυτό παραμένει σε χρήση) δε φαίνεται όμως πως είναι και ορθή.

Ένας μαθητής υποστηρίζει την παρακάτω άποψη:

Αν ένα αντικείμενο έχει υψηλή θερμοκρασία έχει και μεγάλη θερμότητα.

Ποια είναι η δική σας άποψη;



Εικόνα 2.3.11

Η θερμότητα που απορροφήθηκε προκάλεσε αύξηση της εσωτερικής ενέργειας και παραγωγή έργου.

Πράγματι αυτό που σήμερα αποδεχόμαστε για τη θερμότητα είναι πως αυτή ως φυσικό μέγεθος χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ποσότητας της

ενέργειας που μεταφέρεται από ένα σώμα σε κάποιο άλλο λόγω διαφοράς θερμοκρασίας. Δηλαδή, όπως το έργο μετράει την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα σε κάποιο άλλο λόγω άσκησης δύναμης, έτσι και η θερμότητα Q : μετράει την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα σε κάποιο άλλο, λόγω διαφοράς θερμοκρασίας.

Benjamin Thompson, Count Rumford (1753-1814). Γεννήθηκε στην Αμερική αλλά εργάστηκε στην Ευρώπη. Ασχολήθηκε με την κατασκευή πολεμικών όπλων (κανονιών).



Παραδείγματος χάρη, καθώς ανυψώνουμε με το χέρι μας μια μεταλλική σφαίρα έχουμε μεταφορά ενέργειας W λόγω της δύναμης που της ασκούμε και μεταφορά ενέργειας Q λόγω διαφοράς θερμοκρασίας ανάμεσα στο χέρι μας και στη σφαίρα. Η ενέργεια W εμφανίζεται ως μηχανική ενέργεια της σφαίρας, ενώ η ενέργεια Q ως αύξηση της εσωτερικής της ενέργειας, δηλαδή ως αύξηση της θερμοκρασίας της.

2.3.5 Η θερμότητα και η μηχανική ενέργεια

Η πορεία της επιστήμης προς τη διατύπωση της αρχής διατήρησης της ενέργειας δεν ήταν ούτε απλή ούτε εύκολη, καθώς έπρεπε να διευκρινιστεί η σημασία των μεγε-

θών, όπως η θερμότητα, το έργο και η σχέση εσωτερικής ενέργειας και θερμότητας. Στην πορεία αυτή υπήρξαν οι εξής σημαντικοί σταθμοί:

α) Η διαπίστωση που έκανε ο B. Thompson (Τόμσον) το 1799 ότι η θέρμανση δεν αυξάνει το βάρος των σωμάτων.

Julius Robert Mayer (1814-1878). Ιατρός γερμανικής καταγωγής, με μεγάλο ενδιαφέρον για τη φυσιολογία των οργανισμών.



Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η θερμότητα του σώματος των ζωντανών οργανισμών σχετίζεται με τη χημική ενέργεια των τροφών που αυτοί καταναλώνουν.

β) Η πρόταση του J.R. Mayer (Μάγιερ) το 1842 ότι, "η ενέργεια είναι αιτία των φαινομένων και ως τέτοια δεν μπορεί να πάψει να υπάρχει αλλά θα μετατρέπεται από την μια μορφή στην άλλη, λειτουργώντας ως αιτία άλλων φαινομένων".

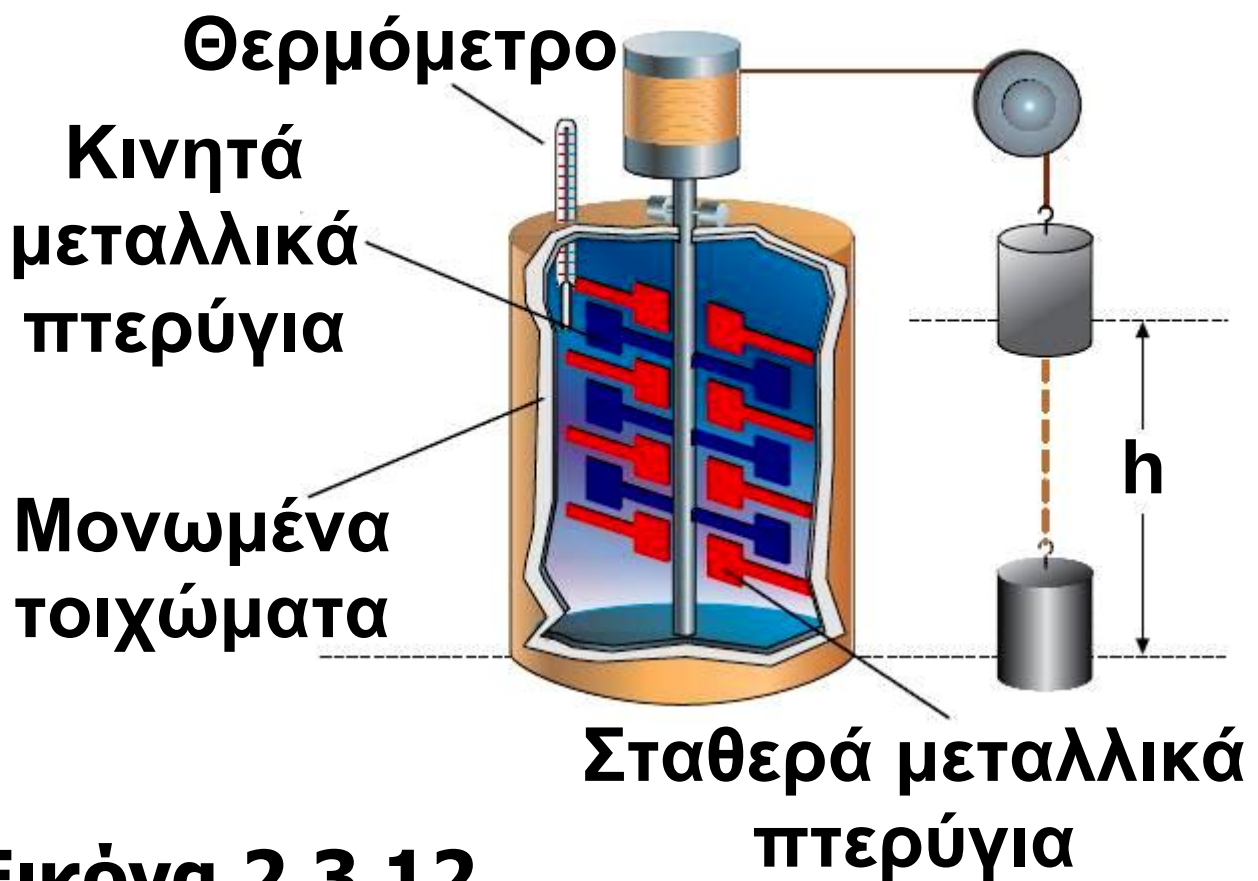
γ) Τα πειράματα του J.P. Joule (Τζάουλ) που θα αναφέρουμε παρακάτω, με τα οποία έδειξε ότι η μηχανική ενέργεια μπορεί να μετατραπεί σε θερμότητα και προσδιόρισε την ποσοτική σχέση μεταξύ μηχανικής ενέργειας και θερμότητας. Ίσως φανεί παράξενο ή και απλοϊκό το επίτευγμα του Joule αλλά ήταν σημαντικό, γιατί την περίοδο εκείνη η μηχανική ενέργεια και η θερμότητα εθεωρούντο διαφορετικά μεγέθη και για τη μέτρησή τους χρησιμοποιούσαν διαφορετικές μονάδες. Η μονάδα θερμότητας ήταν το calorie (κα-

λορί), μονάδα που χρησιμοποιούμε ακόμα και σήμερα. Ένα calorie (cal) είναι η ποσότητα της θερμότητας που απαιτείται προκειμένου να αυξηθεί η θερμοκρασία ενός γραμμαρίου καθαρού νερού κατά 1°C . Ακριβέστερα από τους $14,5^{\circ}\text{C}$ στους $15,5^{\circ}\text{C}$.

Η μονάδα μέτρησης της μηχανικής ενέργειας ήταν αυτή που χρησιμοποιούμε και σήμερα, το $1\text{ Joule} = 1\text{N}1\text{m}$, χωρίς να είχε τότε το σημερινό όνομα.

Ο Joule κατασκεύασε τη διάταξη που φαίνεται στην εικόνα 2.3.12 της επόμενης σελίδας.

Αφήνοντας το σώμα να πέσει από γνωστό ύψος γνώριζε τη δυναμική του ενέργεια. Η ενέργεια αυτή έθετε σε κίνηση τα μεταλλικά πτερύγια τα οποία ανάδευαν το νε-



Εικόνα 2.3.12

ρό. Έτσι πρόσθετε κινητική ενέργεια στα μόριά του, αυξάνοντας τη θερμοκρασία του υγρού του οποίου γνώριζε τη μάζα. Είχε επίσης μετρήσει την ποσότητα του νερού. Μπορούσε επίσης, να υπολογίσει το ποσόν της θερμότητας Q που απορρόφησε το νερό με βάση τη μεταβολή της θερμοκρασίας του σύμφωνα με τη γνωστή σχέση

**James Prescott
Joule (1818-1889).
Άγγλος Φυσικός,
γόνος οικογένειας
παραγωγών μπύρας.**



**Ως μαθητής είχε δάσκαλο τον J.
Dalton. Ασχολήθηκε συστηματικά με
τον προσδιορισμό της σχέσης μετα-
ξύ του έργου μίας δύναμης και της
θερμότητας.**

**$Q = cm \Delta\theta$. Αφήνοντας το σώμα να
πέσει αρκετές φορές υπολόγισε τη
συνολική μηχανική ενέργεια W που
μετατράπηκε σε θερμότητα. Για να
προσδιορίσει τη σχέση μεταξύ θερ-
μότητας και έργου υπολόγισε το
λόγο Q/W και βρήκε ότι ήταν ίσος
με 4,18. Το αποτέλεσμα αυτό σημαί-
νει ότι η ποσότητα θερμότητας 1cal**

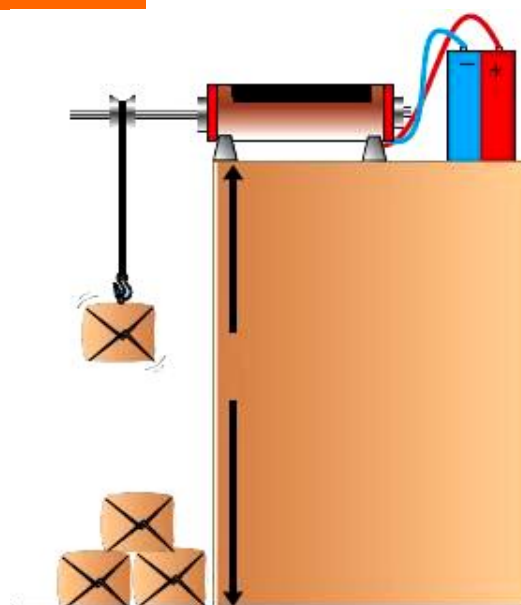
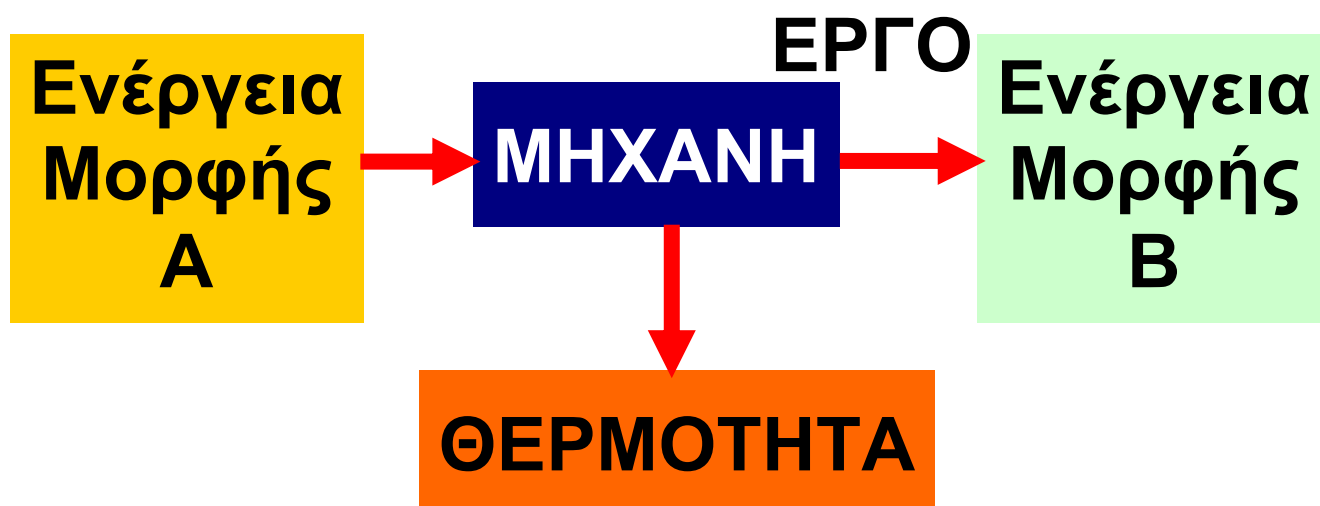
ισοδυναμεί με 4,18Joule. Επανέλαβε το πείραμα με διαφορετικά υγρά και με παραλλαγές της συσκευής. Τελικά προσδιόρισε ότι η τιμή 4,18 είναι σταθερή και ανεξάρτητη από τα υλικά και τις πειραματικές διατάξεις.

Παρόλο, που η μονάδα ενέργειας στο Διεθνές Σύστημα S.I. είναι το 1Joule, χρησιμοποιούμε ακόμη και σήμερα ως μονάδα θερμότητας το cal και το παράγωγο του kcal, διότι είναι πιο κατάλληλη μονάδα σε διάφορους κλάδους όπως η θερμοδυναμική, η θερμοχημεία, η τεχνολογία καυσίμων κ.α.

2.3.6 Μηχανές και ενέργεια

Η ιστορία του ανθρώπου σχετίζεται άμεσα με τις προσπάθειες του να επιτύχει την παραγωγή έργου

χωρίς ο ίδιος να κουράζεται. Έτσι εξημέρωσε ζώα για να εργάζονται εκείνα αντί γι' αυτόν, κατασκεύασε εργαλεία π.χ. τον τροχό, τον μοχλό, επιινόησε διατάξεις για να αξιοποιήση την ενέργεια του άνεμου (ιστιοφόρα, πλοία, ανεμόμυλους) ή του νερού (νερόμυλους) κ.τ.λ.



Εικόνα 2.3.12

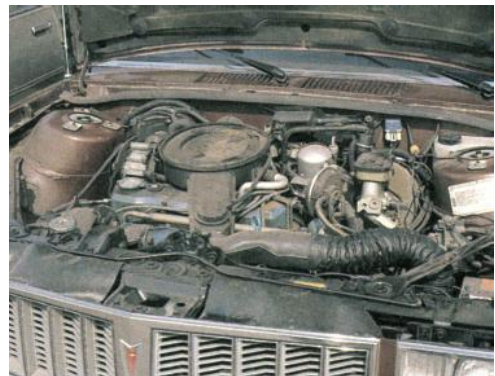
Σημαντικούς σταθμούς στην εξέλιξη της προσπάθειας για "λιγότερη κούραση" αποτέλεσαν οι ανακαλύψεις της ατμομηχανής, της μηχανής εσωτερικής καύσης και του ηλεκτρικού κινητήρα.

Σχηματικά, μια μηχανή π.χ. ο ηλεκτρικός κινητήρας, μπορεί να αναπαρασταθεί με τον τρόπο που φαίνεται στην εικόνα 2.3.13.

Μια μηχανή (π.χ. ηλεκτρικός κινητήρας) απορροφά μια ποσότητα ενέργειας μορφής A (ηλεκτρική) και μέσω έργου την αποδίδει υπό μορφή B (μηχανική) στον αποδέκτη (σώμα που ανυψώνεται). Ταυτόχρονα λόγω τριβών στα κινούμενα εξαρτήματα του κινητήρα και αντιστάσεων παράγεται θερμότητα.

Ο κινητήρας του αυτοκινήτου

Ο κινητήρας ενός αυτοκινήτου είναι μια μηχανή η οποία χρησιμοποιεί χημική ενέργεια (δυναμική ενέργεια των ατόμων στα μόρια της βενζίνης), ενώ ο αποδέκτης του έργου είναι το ίδιο το αυτοκίνητο το οποίο αποκτά κινητική ενέργεια.



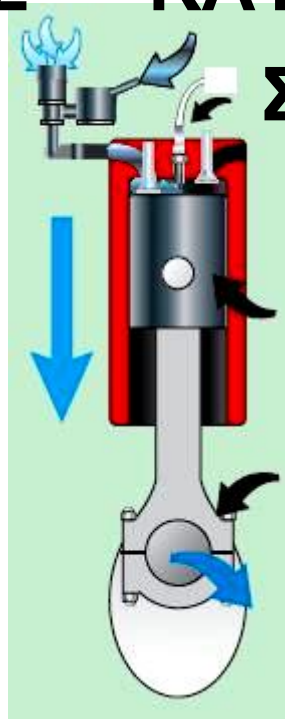
Στις εικόνες των επόμενων σελίδων φαίνονται οι 4 φάσεις ενός κυλίνδρου σε ένα βενζινοκινητήρα.

Στη φάση Α, στον κύλινδρο εισάγεται το μείγμα αέρα - βενζίνης.

Στη φάση Β, το έμβολο συμπιέζει το μείγμα.

Στη φάση Γ, ο σπινθηριστής (μπουζί) παράγει σπινθήρα που προκαλεί ανάφλεξη στο μείγμα. Η

ΑΕΡΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟ



**ΣΠΙΝΘΗΡΙΣΤΗΣ
(ΜΠΟΥΖΙ)**

ΕΜΒΟΛΟ

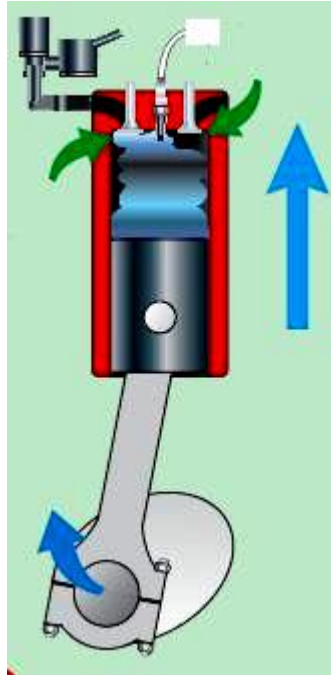
ΣΤΡΟΦΑΛΟΣ

Α ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ανάφλεξη προκαλεί απότομη αύξηση της θερμοκρασίας και συνεπώς αύξηση της πίεσης στα καυσαέρια. Έτσι το έμβολο οπισθοχωρεί μετατρέποντας μέρος της ενέργειας των καυσαερίων σε έργο και τελικά σε κινητική ενέργεια του στροφάλου, (φάση Γ).

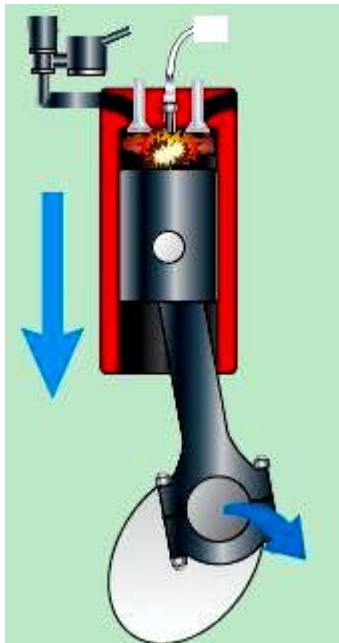
Τέλος στη φάση Δ, το έμβολο σπρώχνει τα καυσαέρια έξω από τον κύλινδρο, (φάση εξαγωγής).

**ΒΑΛΒΙΔΑ
ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ**

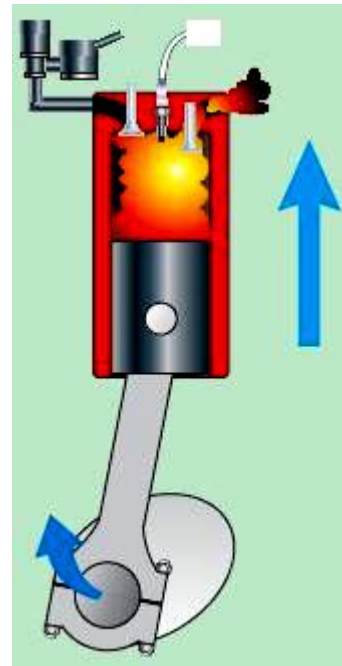


**ΒΑΛΒΙΔΑ
ΕΞΑΓΩΓΗΣ**

Β ΣΥΜΠΙΕΣΗ



**Γ ΑΝΑΦΛΕΞΗ
ΕΚΤΟΝΩΣΗΣ**



Δ ΕΞΑΓΩΓΗ

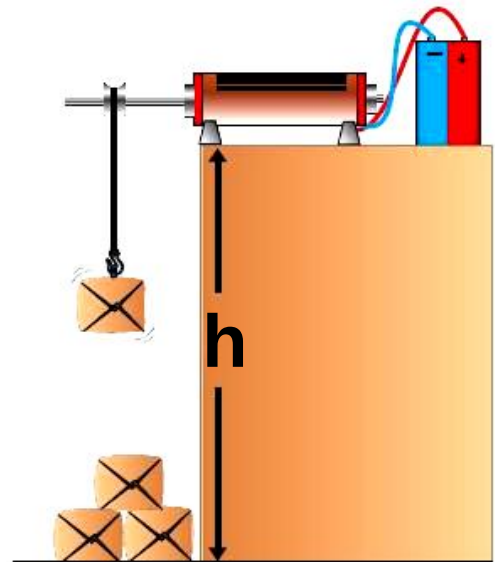
Ο κύκλος αυτός των τεσσάρων φάσεων επαναλαμβάνεται συνεχώς και η χημική ενέργεια του καυσίμου μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια και θερμότητα.

Γνωρίζουμε ότι κατά τη λειτουργία εκπέμπονται καυσαέρια τα οποία έχουν υψηλή θερμοκρασία. Συνεπώς και από αυτή τη μηχανή δεν αξιοποιείται πλήρως η ενέργεια που απορροφήθηκε.

2.3.7 Απόδοση μηχανής

Ας θεωρήσουμε ένα κινητήρα ο οποίος χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια για να ανυψώσει σε ύψος h , τα κιβώτια που βρίσκονται στο έδαφος (Εικ. 2.3.14).

Για να ανυψώσει ο κινητήρας ένα κιβώτιο σε ύψος h απορροφά ενέργεια, έστω W_1 , ενώ το σώμα απο-



Εικόνα 2.3.14

κτά δυναμική ενέργεια W_2 . Η ενέργεια W_2 , όπως αναφέραμε στην προηγούμενη παράγραφο, θα είναι μικρότερη από W_1 διότι υπάρχουν τριβές στα κινούμενα μέρη του κινητήρα και οι αγωγοί θερμαίνονται όταν διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα.

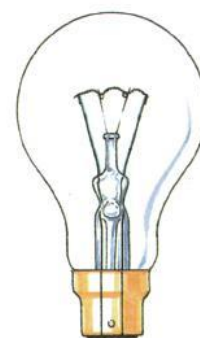
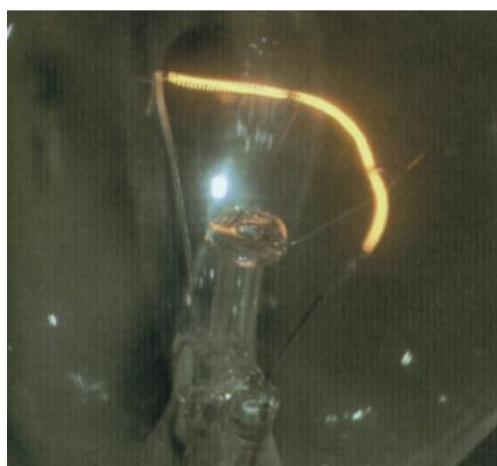
Η διαφορά $W_1 - W_2$ είναι η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία μετατρέπεται σε θερμότητα. Η ποσότητα $W_1 - W_2$ συνήθως αναφέρεται ως "απώλεια ενέργειας". Στη Φυσική και στην Τεχνολογία

αντί για την απώλεια ενέργειας, δηλαδή το $W_1 - W_2$, χρησιμοποιούμε το πηλίκο W_2/W_1 το οποίο ονομάζεται απόδοση της μηχανής και εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό.

Δηλαδή:

$$\text{Απόδοση: } \frac{\text{ενέργεια που αποδίδεται}}{\text{ενέργεια που απορροφάται}} \cdot 100 \% \quad (2.3.5)$$

Εικόνα 2.3.15



Για παράδειγμα μια μηχανή με απόδοση 70% αν απορροφήσει 100

Joule, θα αποδώσει 70 Joule και 30 Joule θα μετατραπούν σε άλλες μορφές ενέργειας π.χ. ήχος, θερμότητα. Η έννοια της απόδοσης επεκτείνεται και σε άλλες περιπτώσεις στις οποίες μια μορφή ενέργειας μετατρέπεται σε μια άλλη.

Ας εξετάσουμε για παράδειγμα την ενεργειακή μετατροπή σ' έναν ηλεκτρικό λαμπτήρα πυράκτωσης (Εικ. 2.3.15).

Ο λαμπτήρας φωτοβολεί, όταν το νήμα, θερμαίνεται σε υψηλή θερμοκρασία, επειδή διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα. Συνεπώς η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική και σε φωτεινή ενέργεια.

$$\alpha = \frac{\text{φωτεινή ενέργεια}}{\text{ηλεκτρική ενέργεια}} \cdot 100\%$$

Για ένα τυπικό λαμπτήρα πυρακτώσεως η απόδοση είναι μόλις 5%. Αυτό σημαίνει ότι το 95% της

προσφερόμενης ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα!

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται οι αποδόσεις διαφόρων συσκευών ή εξαρτημάτων.

Δραστηριότητα

Χρησιμοποίησε στοιχεία από τον πίνακα της επόμενης σελίδας προκειμένου να απαντήσεις στα εξής ερωτήματα: α) Πώς ερμηνεύεις την πρόταση της ΔΕΗ να αντικατασταθούν οι λαμπτήρες πυράκτωσης με λαμπτήρες φθορισμού;

β) Με βάση τις τιμές απόδοσης φαίνεται ότι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα πλεονεκτούν έναντι αυτών που έχουν κινητήρες εσωτερικής καύσης. Πώς το ερμηνεύεις αυτό;

Προσγλυσιτικές τιμές της απόδοσης διαφόρων μηχανών, συσκευών και εξαρτημάτων.		
Είδος μηχανής	Μετατρέπει την ενέργεια από:	Απόδο- ση %
Ηλεκτρική γεννήτρια	Κινητική σε ηλεκτρική	70-99
Ηλεκτρικός κινητήρας	Ηλεκτρική σε κινητική	50-93
Ξηρό ηλεκτρικό στοιχείο	Χημική σε ηλεκτρική	90
Φούρνος υγραρίου οικιακής χρήσης	Χημική σε θερμική στο σώμα που θερμαίνεται	70-85
Πυραυλοκινητήρας υποκαυστήριου	Χημική σε κινητική	47

Είδος μηχανής	Μετατρέπει την ενέργεια από:	Απόδοση %
Τουρμπινοκινητήρας ατμού	Θερμική σε κινητική	35-46
Εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	Χημική σε ηλεκτρική από λιγνίτη, άνθρακα	30-40
Εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	Πυρηνική σε ηλεκτρική από πυρηνική ενέργεια	30-35
Τουρμπινοκινητήρας αεροπλάνου	Χημική σε κινητική	36
Laser στερεής κατάστασης	Ηλεκτρική σε φωτεινή	30

Είδος μηχανής	Μετατρέπει την ενέργεια από:	Απόδο-ση %
Μηχανή εσωτερικής καύσης π.χ. βενζινοκινητήρας	Χημική σε κινητική	20-30
Ηλεκτροκινητήριο	Φωτίνη σε ηλεκτρική	>20
Ηλεκτροκινητήριο	Φωτίνη σε ηλεκτρική	12-16
Λάμπα φθορισμού	Ηλεκτρική σε φωτίνη	20
Λαμπτήρας πυράκτωσης	Ηλεκτρική σε φωτίνη	5
Ατμομηχανή	Θερμική σε κινητική	8

2.3.8 Υποβάθμιση της ενέργειας

Όπως είδαμε στην παράγραφο 2.3.7 όπου ορίσαμε την απόδοση των μηχανών, σε κάθε μετατροπή ενέργειας υπάρχουν απώλειες. Έτσι σε οποιαδήποτε μηχανή το ωφέλιμο ποσό ενέργειας που θα πάρουμε θα είναι μικρότερο από αυτό που θα δαπανήσουμε. Η διαφορά μεταξύ των δύο αυτών ποσών ενέργειας θα μετατραπεί σε άλλες μορφές, π.χ. θερμική.

Θα μπορούσαμε άραγε να κατασκευάσουμε μηχανές με απόδοση 100%; Δηλαδή μηχανές που θα μετατρέπουν εξολοκλήρου την ποσότητα της ενέργειας με την



οποία τις τροφοδοτούμε, στη μορφή ενέργειας που εμείς επιθυμούμε;

Τα στοιχεία του πίνακα της προηγούμενης παραγράφου μας δείχνουν ότι αυτό δεν έχει επιτευχθεί, αν και είναι δυνατό να κατασκευαστούν μηχανές με απόδοση περίπου 99%.

Γιατί όχι με απόδοση 100%;



α) Πρώτη μέτρηση



β) μέτρηση μετά από μία εβδομάδα

Θα υπέθετε κανείς ότι στο μέλλον μπορεί να υπάρξουν τέτοιες

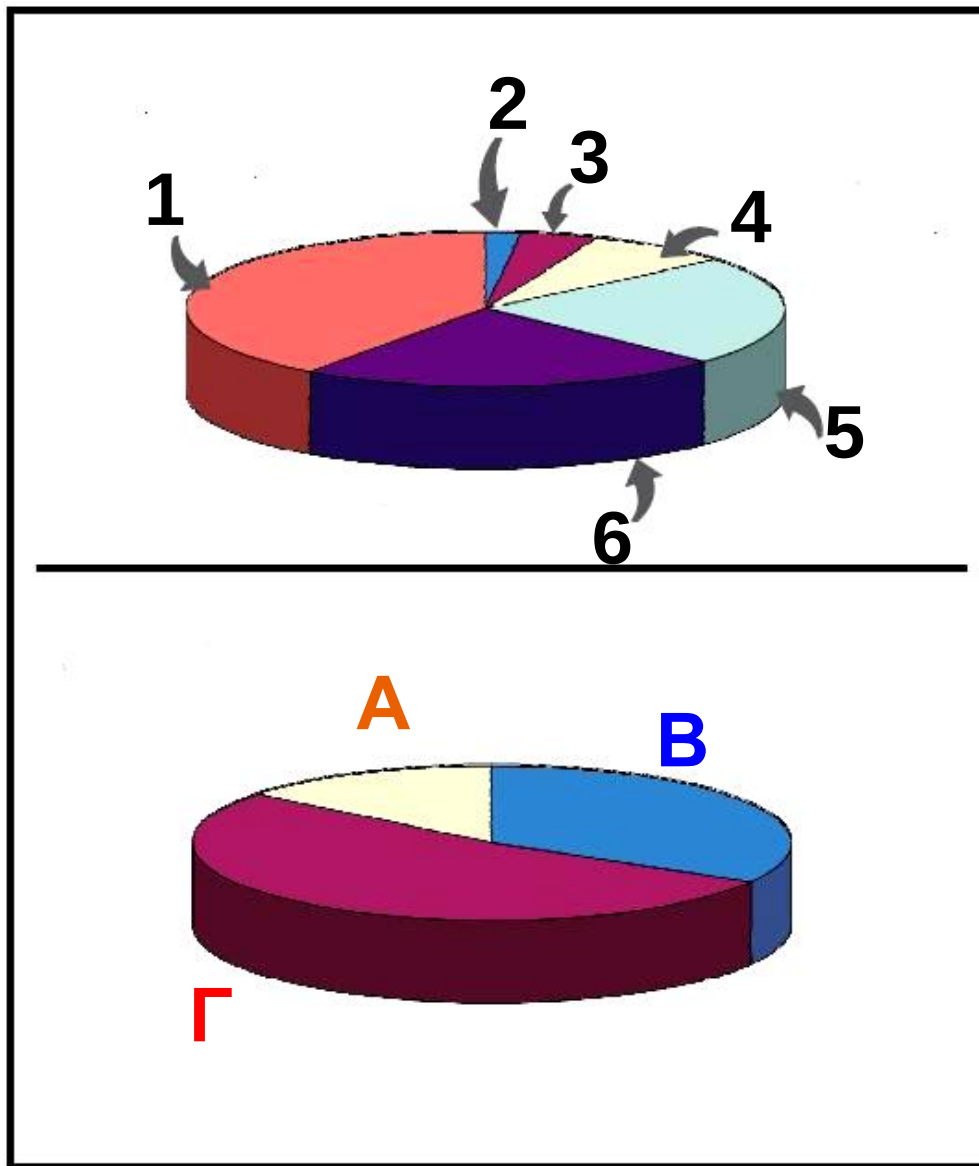
μηχανές. Σύμφωνα όμως με τους επιστήμονες, αυτό δεν μπορεί να συμβεί.

Όπως είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο, οι απώλειες της ενέργειας σε μια μηχανή είναι το ποσό της αρχικής ενέργειας που μετατρέπεται σε θερμότητα. Όμως η θερμότητα που παράγεται από τη χρήση των μηχανών δεν μπορεί να αξιοποιηθεί.

Το γεγονός αυτό χαρακτηρίζεται ως υποβάθμιση της ενέργειας.

Έτσι μπορούμε να λέμε ότι πληρώνουμε το λογαριασμό της ΔΕΗ όχι επειδή "χαλάμε" ή "καίμε" ή "καταστρέφουμε" την ηλεκτρική ενέργεια, αλλά επειδή την υποβαθμίζουμε σε θερμότητα η οποία δεν μπορεί να αξιοποιηθεί.

Προκειμένου να ικανοποιηθούν οι ανάγκες του ανθρώπου σε ενέρ-



Εικόνα 2.3.16

- 1. ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ (40%)
- 2. ΑΛΛΗ (2%)
- 3. ΥΔΑΤΟΠΤΩΣΕΙΣ (4%)
- 4. ΠΥΡΗΝΙΚΗ (8%)
- 5. ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ (23%)
- 6. ΑΝΘΡΑΚΑΣ (23%)

**A. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΧΩΡΙΣ ΚΑΥΣΗ**

B. ΚΑΥΣΗ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

**Γ. ΚΑΥΣΗ ΓΙΑ ΜΗΧΑΝΕΣ & ΠΑΡΑ-
ΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

για χρησιμοποιείται ενέργεια από
διάφορες πηγές.

Στην εικόνα 2.3.16 φαίνονται οι
διάφορες πηγές ενέργειας και οι
ανάγκες που ικανοποιούνται μ' αυ-
τές.

Δραστηριότητα

ΙΣΧΥΣ - ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Για να πραγματοποιηθούν οι βα-
σικές λειτουργίες του ανθρώπινου
οργανισμού (αναπνοή, κυκλοφορία
του αίματος, κίνηση σπλάχνων,
κ.α.) απαιτείται ενέργεια. Η ενέργεια

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Ενέργεια (kcal) που χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο σε διάφορες δραστηριότητες (οι τιμές είναι κατά προσέγγιση)

Η δραστηριότητα διαρκεί μία ώρα	Βάρος σώματος			
	45kg	68kg	90kg	113kg
Ύπνος	40	60	80	105
Καθισμένος	65	95	130	165
Όρθιος	70	100	140	170
Περίπατος στο πάρκο	130	195	260	320
Γρήγορο τρέξιμο	290	440	580	730

αυτή προέρχεται από τη χημική ενέργεια των τροφών, μέσο μιας πολύπλοκης διαδικασίας που πραγματοποιείται στα κύτταρα.

Χρησιμοποιείτε τα δεδομένα του Πίνακα 2 στην ακόλουθη δραστηριότητα. Υπολογίστε κατά προσέγγιση τις ενεργειακές σας ανάγκες σε kcal για μια συνηθισμένη μέρα σας. Υπολογίστε την αντίστοιχη μέση ισχύ.

Σε ποιες μορφές ενέργειας μετατράπηκε η ενέργεια που πήρατε κατά τη διάρκεια του εικοσιτετραώρου;

Αεικίνητο

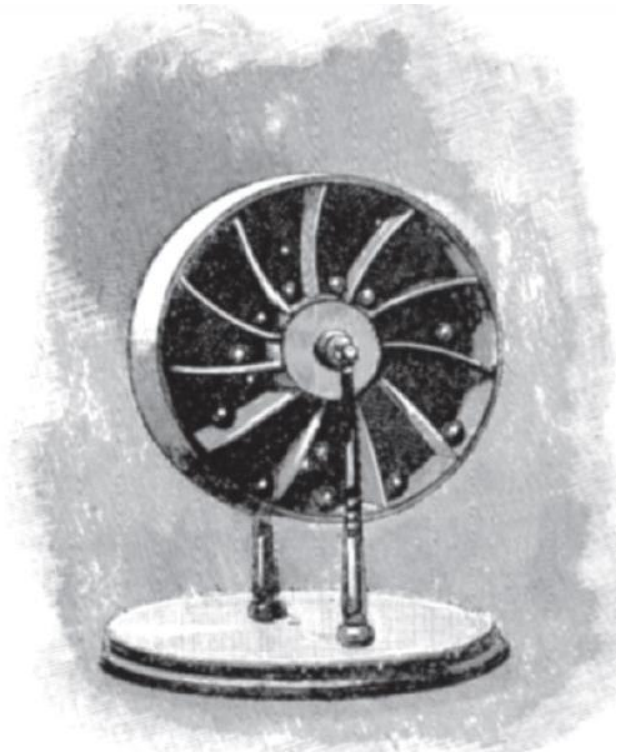


Όλοι μας έχουμε την εμπειρία πως οποιοδήποτε σώμα και αν θέσουμε σε κίνηση, ανεξάρτητα από το είδος κίνησης, π.χ. βολή στον αέρα, ολίσθηση, κύλιση, κτλ., μετά από λίγο θα σταματήσει.

Αν χρησιμοποιήσουμε την έννοια της ενέργειας θα πούμε ότι η

αρχική ενέργεια του σώματος (κινητική) μετατράπηκε μέσω του έργου των τριβών ή των αντιστάσεων σε θερμότητα.

Θα μπορούσε άραγε ένα σώμα να παραμείνει επ' άπειρο σε κίνηση;

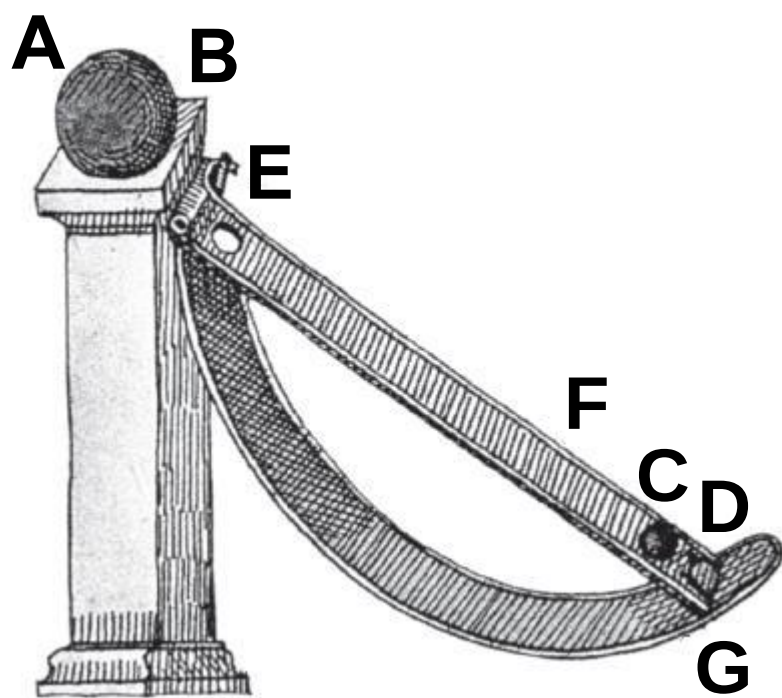


Εικόνα 1

Η δυναμική ενέργεια των μεταλλικών σφαιρών μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια του τροχού.

Πολλοί εφευρέτες προσπάθησαν να αντισταθμίσουν τις απώλειες λό-

γω τριβών προτείνοντας "έξυπνες" διατάξεις όπως αυτές στις εικόνες 1 και 2. Οι διατάξεις αυτές ονομάστηκαν αεικίνητα γιατί οι εφευρέτες τους πίστευαν ότι θα συνεχίζουν να κινούνται επ' άπειρο. Η διάταξη στην εικόνα 2 οφείλεται στον Ιταλό καθηγητή J. Taisnierus που έζησε το 16ο αιώνα. Αυτός πίστευε ότι ο μαγνητισμός θα ήταν η λύση στο πρόβλημα της ακατάπαυστης κίνησης.



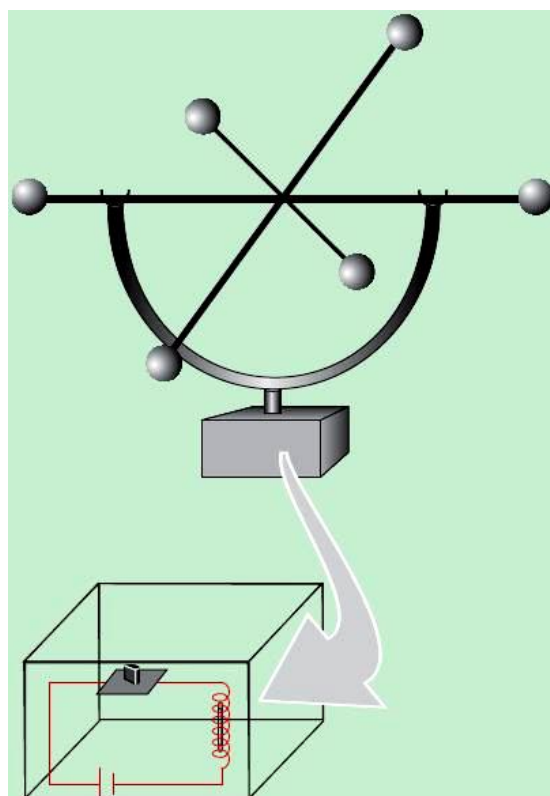
Εικόνα 2

Αν αφήναμε τη μεταλλική σφαίρα λίγο πιο κάτω από το σημείο E αυτή θα άρχιζε να κινείται λόγω βαρύτητας και αφού έπεφτε στην οπή D θα συνέχιζε την κίνηση της στην καμπύλη τροχιά ανεβαίνοντας κοντά στο σημείο απ' όπου ξεκίνησε, χωρίς να το φτάνει λόγω τριβών.

Αν τοποθετούσαμε ένα μαγνήτη στη βάση B, τότε η έλξη του θα έδινε ενέργεια στην σφαίρα φέρνοντας την πάλι στο σημείο E. Εκεί λόγω βαρύτητας η σφαίρα θα άρχιζε πάλι να κινείται και το φαινόμενο θα συνεχιζόταν ακατάπαυστα.

Το πείραμα έδειξε ότι κάτι τέτοιο δεν μπορεί να συμβεί. Ο μαγνήτης ο οποίος υπερνικώντας τη βαρυτική έλξη θα ανέβαζε τη σφαίρα στο E, δεν θα την ελευθέρωνε όταν αυτή είχε ανέβει πάλι στο κεκλιμένο επίπεδο ED.

Εκατοντάδες εφευρέτες προσπάθησαν να κατασκευάσουν αεικίνητα, πλην όμως το πείραμα έδειχνε πάντα ότι μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, μικρό ή μεγάλο, η κίνηση σταματούσε. Όσα αεικίνητα φάνηκε ότι λειτουργούν για μεγάλα χρονικά διαστήματα, στο τέλος αποδείχθηκε ότι οι εφευρέτες είχαν κρύψει σε κάποιο εξάρτημα μια πηγή ενέργειας, συνήθως κάποιο συσσωρευτή ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 3

Τέτοια "αεικίνητα" υπάρχουν και σήμερα και πωλούνται ως αξιοπερίεργα τεχνολογικά επιτεύγματα. Ένα από αυτά φαίνεται στην εικόνα 3. Αν εξετάσουμε το κουτί στο οποίο στηρίζεται θα βρούμε ότι περιέχει ένα συσσωρευτή ένα πηνίο και ένα ηλεκτρονικό εξάρτημα. Το κινούμενο στέλεχος το οποίο βρίσκεται πάνω από το κουτί περιέχει έναν μαγνήτη. Όταν ο μαγνήτης πλησιάζει στο πηνίο, το ηλεκτρονικό εξάρτημα επιτρέπει τη δίοδο του ηλεκτρικού ρεύματος και συνεπώς το πηνίο γίνεται ηλεκτρομαγνήτης. Έτσι έλκει το μαγνήτη δίνοντάς του επιπλέον κινητική ενέργεια. Όταν ο μαγνήτης βρίσκεται μακριά από το εξάρτημα ή είναι ακίνητος τότε το εξάρτημα λειτουργεί ως διακόπτης, παύει η δίοδος του ρεύματος από το πηνίο και η δαπάνη της ηλεκτρι-

κής ενέργειας του συσσωρευτή. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται: α) η περιοδική προσφορά ενέργειας για να αντισταθμίζονται οι απώλειες που οφείλονται στις τριβές και β) οικονομία στην ηλεκτρική ενέργεια διότι το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα για μικρό χρονικό διάστημα σε κάθε ταλάντωση.

Η εσωτερική ενέργεια της ατμόσφαιρας και ο καιρός

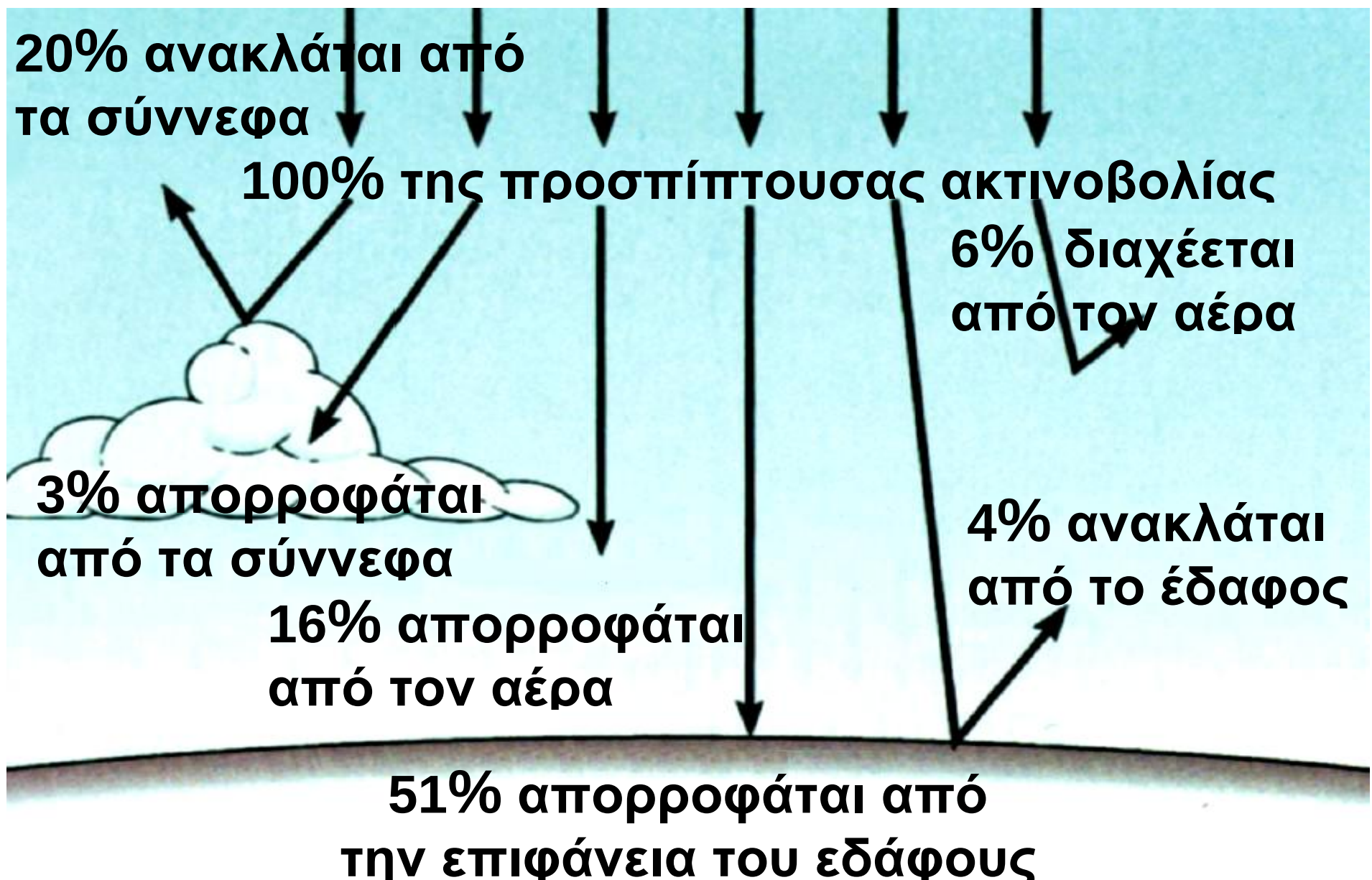


Οι περισσότεροι άνθρωποι συνηθίζουν να παρακολουθούν το δελτίο πρόγνωσης του καιρού και να προσαρμόζουν ανάλογα τις δραστηριότητές τους για την επόμενη μέρα. Έτσι γνωρίζουν αν πρόκειται να βρέξει, να αυξηθεί η θερμοκρασία, να φυσήξουν άνεμοι κτλ. Η αιτία των αλλαγών του καιρού και η δυ-

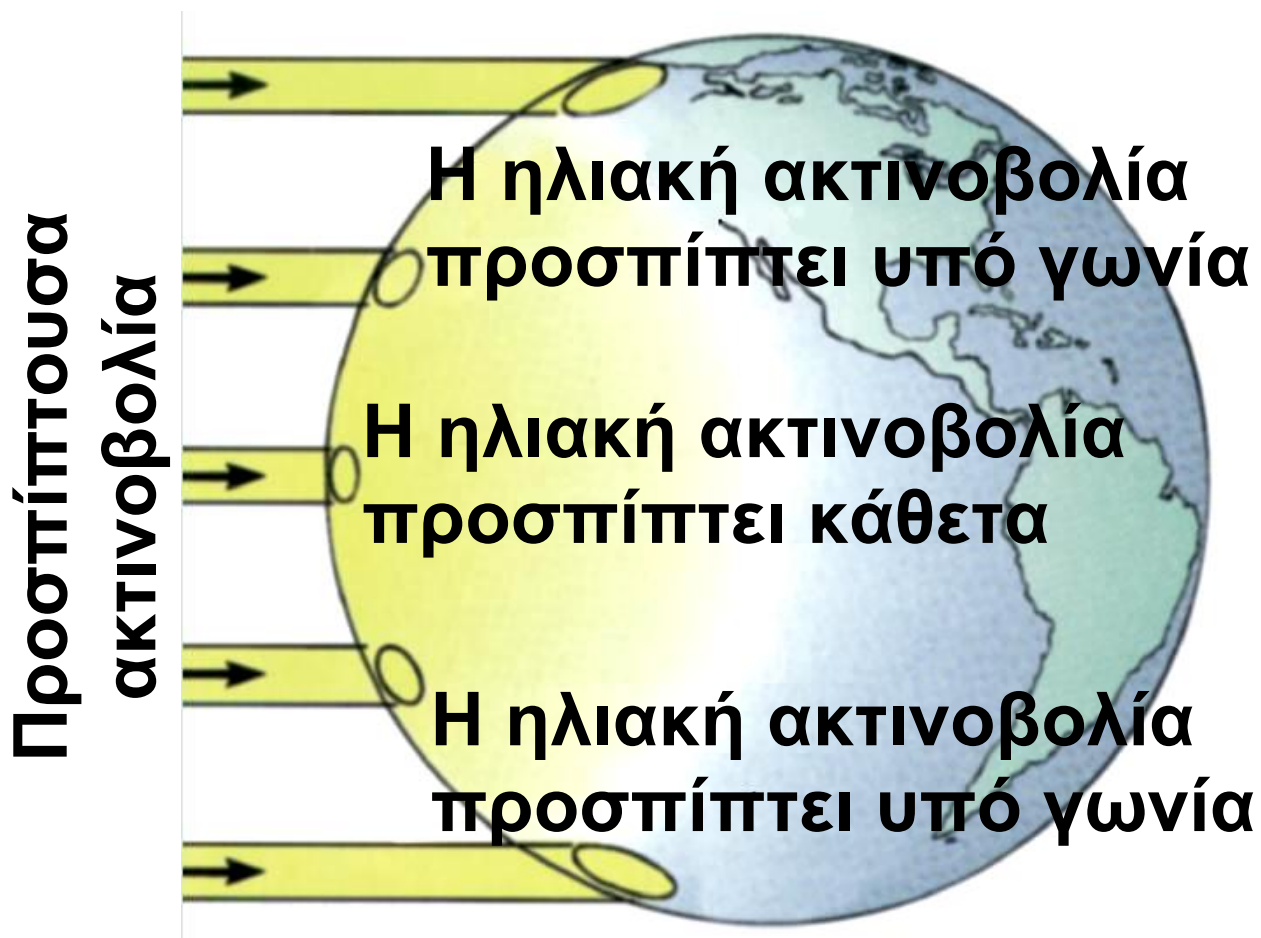
νατότητα πρόβλεψης του απασχόλησαν τους ανθρώπους από την αρχαιότητα.

Σήμερα η επιστήμη της Μετεωρολογίας είναι σε θέση να κάνει αξιόπιστες προβλέψεις για τις άμεσα επόμενες ημέρες. Μπορούμε να περιγράψουμε τα καιρικά φαινόμενα αν κάνουμε αρκετές απλουστεύσεις οι οποίες θα μας στερήσουν τη δυνατότητα να εξηγήσουμε φαινόμενα όπως οι κυκλώνες ή η ανομβρία αλλά θα μας επιτρέψουν να κατανοήσουμε τους βασικούς μηχανισμούς οι οποίοι ευθύνονται για τα καιρικά φαινόμενα.

Στις περιγραφές μας θα χρησιμοποιήσουμε έννοιες τις οποίες συναντήσαμε σε αυτό το κεφάλαιο, όπως πίεση, θερμοκρασία, εσωτερική ενέργεια, θερμότητα, έργο και άλλες γνωστές από προηγούμενες



τάξεις, όπως πυκνότητα, άνωση, εξάτμιση, υγροποίηση κτλ. Τρία είναι τα βασικά στοιχεία τα οποία εμπλέκονται στα καιρικά φαινόμενα:

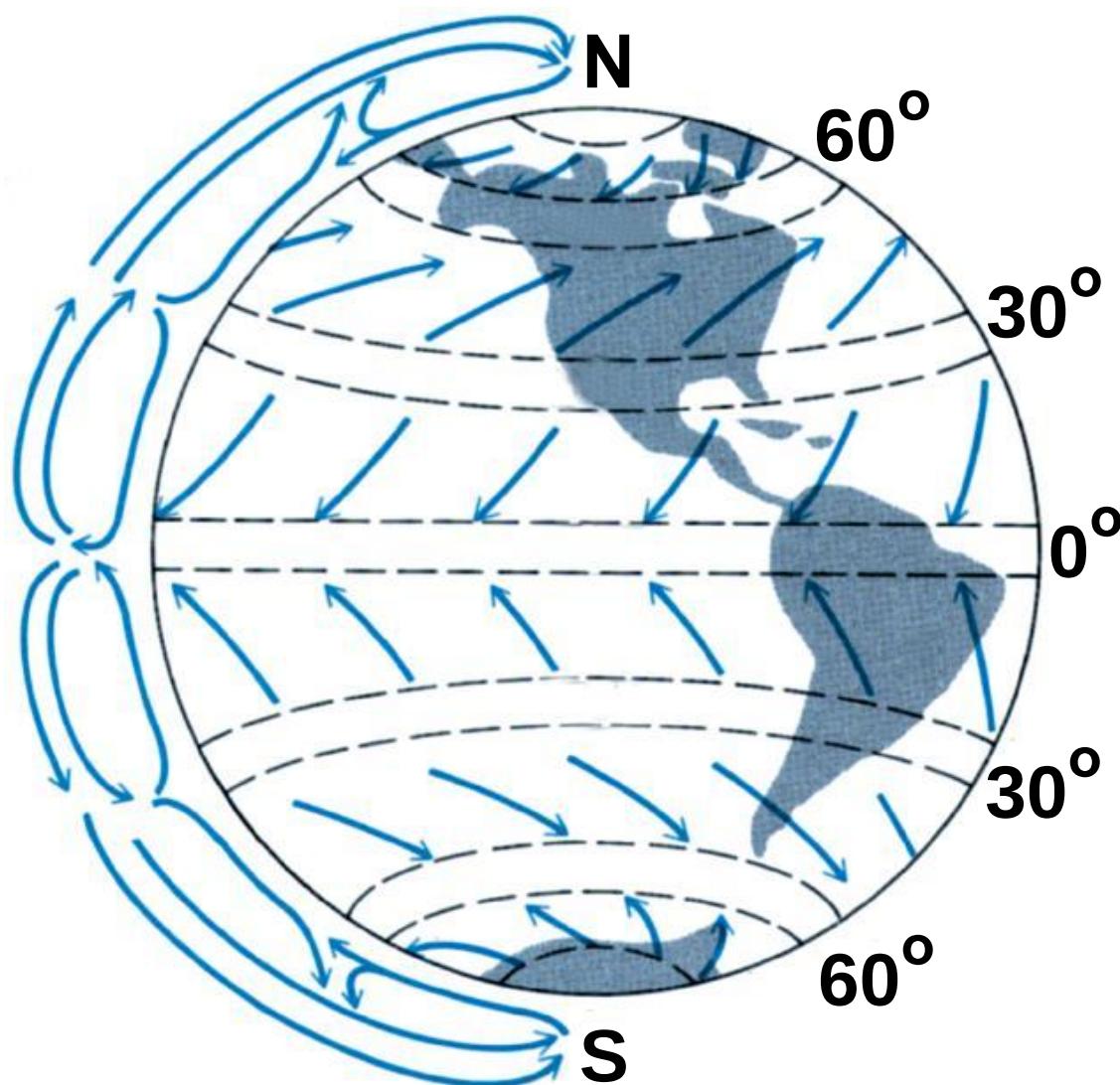


A) Ο Ήλιος ο οποίος είναι μια τεράστια πηγή ενέργειας που θερμαίνει τη Γη. Η θέρμανση γίνεται με τις ακτινοβολίες που εκπέμπει και ειδικότερα με τρεις από αυτές: α) το

ορατό φως, β) την αόρατη ακτινοβολία που ονομάζεται υπέρυθρη ακτινοβολία και γ) την επίσης αόρατη ακτινοβολία που ονομάζεται υπεριώδης ακτινοβολία.

Β) Η ατμόσφαιρα η οποία με τα αέρια που περιλαμβάνει, καθορίζει το βάθος στο οποίο θα φτάσουν οι διάφορες ακτινοβολίες και το αποτέλεσμα που αυτές θα επιφέρουν στα διάφορα συστατικά, όπως το O_2 το CO_2 , το νερό, κ.α.

Γ) Η Γη η οποία έχει ένα συγκεκριμένο ανάγλυφο από όρη, ωκεανούς, πεδιάδες, κ.α. Η Γη περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό της και ταυτόχρονα περιφέρεται γύρω από τον ήλιο. Ο άξονας περιστροφής της Γης παρουσιάζει κλίση $27,3^\circ$ ως προς το επίπεδο της τροχιάς της με αποτέλεσμα να μη δέχονται το ίδιο



Λόγω διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ πόλων και ισημερινού, δημιουργούνται ρεύματα αέρα, με φορά από τον ισημερινό προς τους πόλους. Επίσης, δημιουργούνται ζώνες υψηλής και χαμηλής πίεσης, οι οποίες προσδιορίζουν τη φορά των ανέμων σε κάθε ημισφαίριο. Λόγω της περιστροφής της Γης, τα ρεύματα

εκτρέπονται προς διαφορετικές κατευθύνσεις στο βόρειο και το νότιο ημισφαίριο.

ποσοστό ακτινοβολίας οι περιοχές που βρίσκονται σε διαφορετικά γεωγραφικά πλάτη. Η Γη, ενώ δέχεται ακτινοβολία από τον ήλιο με αποτέλεσμα να θερμαίνεται, ταυτόχρονα εκπέμπει ακτινοβολία με αποτέλεσμα να ψύχεται. Έτσι διαμορφώνεται μια μέση τιμή θερμοκρασίας για όλο τον πλανήτη η οποία αλλάζει πολύ αργά και διαρκεί πολύ μεγάλα χρονικά διαστήματα προκαλώντας τεράστιες αλλαγές στο κλίμα της γης όπως π.χ. κατά την περίοδο των παγετώνων.

Η βασική επίδραση του ήλιου είναι η αύξηση της εσωτερικής ενέργειας της ατμόσφαιρας της Γης, η οποία όμως δεν είναι ούτε ομοιό-

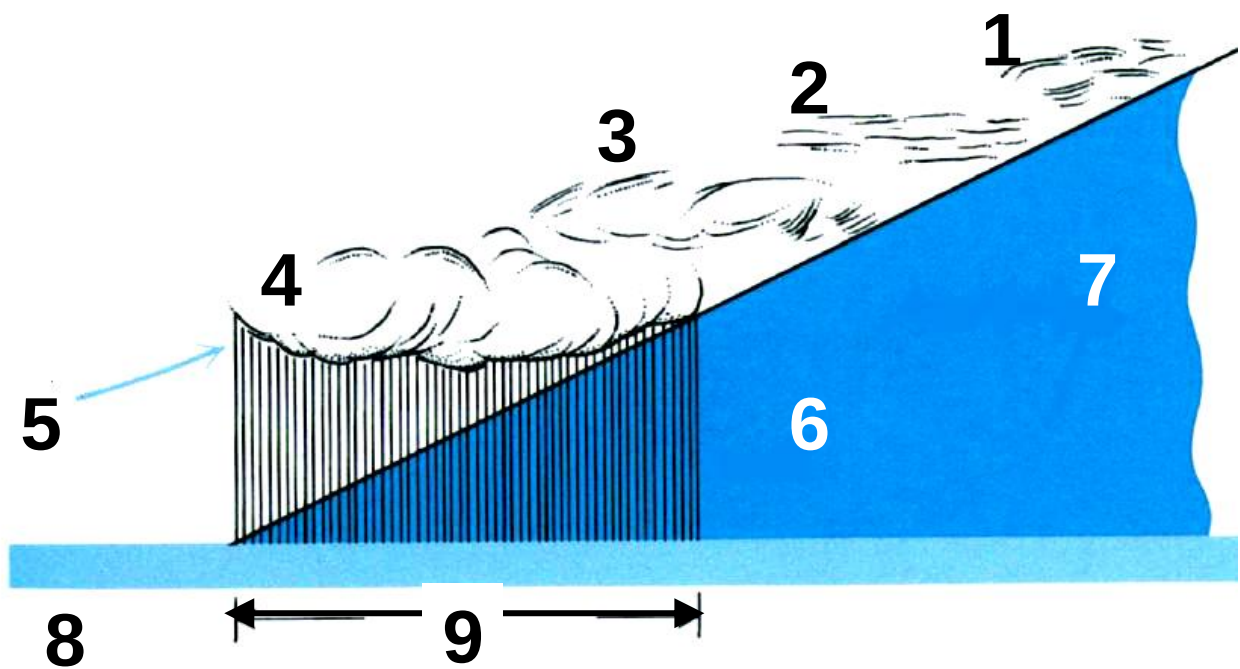
μορφη, ούτε συμμετρική. Έτσι ανάλογα με τη γωνία με την οποία η ακτινοβολία προσπίπτει στην επιφάνεια της Γης και με το χρονικό διάστημα για το οποίο αυτό συμβαίνει, προκαλείται ανάλογη αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας.

Οι διαφορές της θερμοκρασίας στις διάφορες περιοχές της ατμόσφαιρας έχουν ως αποτέλεσμα να τίθενται σε κίνηση μεγάλες ποσότητες ατμοσφαιρικού αέρα.

Οι κινήσεις αυτές είναι ανυψωτικές, σε περιοχές όπου η θερμοκρασία είναι υψηλή και καθοδικές σε περιοχές όπου η θερμοκρασία είναι χαμηλή.

Επίσης λόγω της περιστροφής της γης, οι αέριες μάζες τίθενται σε κυκλοτερή κίνηση σχηματίζοντας τεράστια ρεύματα αέρα τα οποία

κινούνται μεταξύ περιοχών με διαφορετικές τιμές πίεσης και θερμοκρασίας.



1. Θύσανοι
2. Στρώματα θυσάνων
3. Υψισωρείτες
4. Μελανοστρώματα
5. Θερμός αέρας
6. Βροχή
7. Ψυχρός αέρας
8. Θερμό μέτωπο
9. 100-200 Km

Σε τοπικό επίπεδο τα ρεύματα αυτά κινούνται προς κατευθύνσεις οι οποίες προσδιορίζονται εκτός από τις διαφορές πίεσης και από τα στοιχεία του ανάγλυφου της Γης όπως πεδιάδες, οροσειρές, ωκεανοί, κ.α.

Τα ρεύματα ατμοσφαιρικού αέρα τα οποία έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες και διαφορετικά ποσοστά υδρατμών, συνήθως αναφέρονται ως μέτωπα. Στις περιοχές όπου συναντιόνται τα μέτωπα συμβαίνουν αλλαγές στον καιρό και προκαλούνται φαινόμενα όπως βροχές, χιονοπτώσεις, καύσωνας, κ.τ.λ.

Τα ρεύματα αέρα, η εξάτμιση του νερού, η μεταφορά του αέρα και των υδρατμών από μια περιοχή σε άλλη απαιτούν τεράστια ποσά ενέργειας τα οποία προέρχονται από τον Ήλιο. Για να εκτιμήσουμε τα

ποσά αυτά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα εξής δεδομένα:

1. Ο Ήλιος μετακινεί και συντηρεί σε διαρκή κίνηση

5.600.000.000.000.000 τόνους ατμοσφαιρικού αέρα.

2. Η ταχύτητα με την οποία γίνεται η κίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα μπορεί να είναι ή πολύ μικρή ή πάρα πολύ μεγάλη. Έχουν όμως μετρηθεί και ταχύτητες έως και 600km/h.

3. Μετακινεί τεράστιες ποσότητες σκόνης που συχνά φθάνουν τα 500.000.000 τόνους.

4. Ανυψώνει και συντηρεί στην ατμόσφαιρα τεράστιες ποσότητες νερού. Ένα συνηθισμένο σύννεφο περιέχει 100 έως 1000 τόνους νερού.

5. Η ενέργεια που εκλύεται σε μια καλοκαιρινή καταιγίδα είναι μεγαλύτερη από αυτή που ισοδυναμεί με 10 ατομικές βόμβες όπως αυτές που χρησιμοποιήθηκαν στη Χιροσίμα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Φαινόμενα όπως τήξη, βρασμός, διαστολή περιγράφονται με τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας.

Η ύλη αποτελείται από άτομα και μόρια που έχουν δύο βασικά χαρακτηριστικά:

- α) κινούνται και
- β) αλληλεπιδρούν.

Άρα τα μόρια θα έχουν κινητική και δυναμική ενέργεια. Εφ' όσον πρόκειται όμως για αραιά αέρια η δυναμική τους ενέργεια μπορεί να θεωρηθεί αμελητέα. Στην περίπτωση αυτή ορίζουμε την εσωτερική ενέργεια U με τη σχέση: $U = N\bar{K}$, όπου $\bar{K}$ η μέση κινητική ενέργεια των μορίων.

Η ιδιότητα των αερίων να ασκούν δυνάμεις στα τοιχώματα των

δοχείων που τα περιέχουν περιγράφεται με τη χρήση του φυσικού μεγέθους της πίεσης. Η πίεση είναι το μονόμετρο μέγεθος που ορίζεται από το πηλίκο της κάθετης δύναμης F , προς την επιφάνεια S , στην οποία αυτή ασκείται δηλαδή $P = F/S$ με μονάδα μέτρησης στο διεθνές σύστημα $1\text{N/m}^2 = 1\text{ Pascal}$.

Αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία ενός αερίου αυξάνεται η πίεσή του. Η αύξηση αυτή οφείλεται στην αύξηση της ταχύτητας του κάθε μορίου του.

Αν Q ονομάσουμε το ποσό της θερμότητας που απορροφάται από ένα αέριο, ΔU η αύξηση της εσωτερικής του ενέργειας και W το έργο, τότε ισχύει η σχέση $Q = \Delta U + W$ που περιγράφει την αρχή διατήρησης της ενέργειας.

Μια μηχανή που χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια απορροφά ενέργεια W_1 ενώ το έργο που παρέχει ένα W_2 .

Το πηλίκο W_2/W_1 ονομάζεται απόδοση της μηχανής.

Δηλαδή:

$$\text{Απόδοση: } \frac{\text{ενέργεια που αποδίδεται}}{\text{ενέργεια που απορροφάται}} \cdot 100 \%$$

Ο ρυθμός με τον οποίο μια μορφή ενέργειας μετατρέπεται σε κάποια άλλη, ονομάζεται ισχύς και συμβολίζεται με το P .

Έτσι αν μια ποσότητα ενέργειας W μετατρέπεται σε άλλη στη χρο-

νική διάρκεια t , η ισχύς είναι $P = \frac{W}{t}$
με μονάδα μέτρησης στο S.I.

το $1 \text{ Watt} = \frac{1 \text{ Joule}}{\text{s}}$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Τι μορφή ενέργειας έχουν τα μόρια των αραιών αερίων; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

2. Τι σημαίνει η έκφραση "τα αέρια είναι συμπιεστά";

3. Πώς ερμηνεύεται η πίεση που ασκεί ένα αέριο στα τοιχώματα του δοχείου που το περιέχει;

4. Πού οφείλεται η δύναμη που "τεντώνει" τα τοιχώματα ενός μπαλονιού;

5. Με ένα απλό πείραμα να εξηγήσετε πώς φτάνουμε στο συμπέρασμα ότι αύξηση της θερμοκρασίας μιας ποσότητας αερίου συνεπάγε-

ται αύξηση των ταχυτήτων των μορίων;

6. Τι ονομάζουμε εσωτερική ενέργεια μιας ποσότητας αερίου; Πώς εξηγείται ότι η εσωτερική ενέργεια μιας ποσότητας αερίου πρέπει να είναι ανάλογη της θερμοκρασίας του;

7. Πώς σχετίζεται το μέγεθος θερμότητα με το μέγεθος εσωτερική ενέργεια;

8. Να εξηγήσετε τον όρο "απορρόφηση θερμότητας" από ένα σώμα.

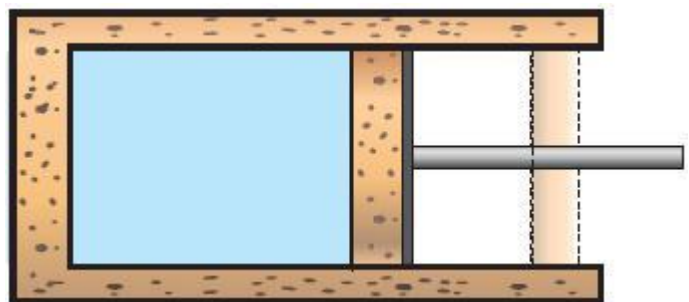
9. Πότε δυο σώματα λέμε ότι βρίσκονται σε κατάσταση θερμικής ισορροπίας; Αναφέρατε ένα παράδειγμα στο οποίο να εξηγήσετε τη διαδικασία με την οποία δύο σώ-

ματα φτάνουν σε κατάσταση θερμικής ισορροπίας.

10. Γράψτε τη σχέση που εκφράζει την αρχή διατήρησης της ενέργειας. Να εξηγήσετε τα μεγέθη που υπεισέρχονται στη σχέση αυτή.

11. Μια ποσότητα αερίου βρίσκεται σε δοχείο με αγώγιμα και ανένδοτα (σταθερά) τοιχώματα. Θερμαίνουμε το δοχείο. Πώς εφαρμόζεται η αρχή διατήρησης της ενέργειας στην περίπτωση αυτή;

12. Ο κύλινδρος της εικόνας έχει μονωμένα τοιχώματα και περιέχει μια ποσότητα αερίου. Το έμβολο είναι μονωμένο και μπορεί να κινείται χωρίς τριβή.



Το έμβολο κινείται προς τα δεξιά λόγω της πίεσης του αερίου. Συμφωνείτε με την άποψη ότι μειώθηκε η εσωτερική ενέργεια του αερίου;

13. Ποιες μονάδες θερμότητας γνωρίζετε; Ποια είναι η σχέση μεταξύ τους;

14. Να κάνετε ένα απλό σχεδιάγραμμα με το οποίο να αναπαριστούνται οι ενεργειακές μετατροπές μιας μηχανής.

15. Πώς ορίζεται η απόδοση μιας μηχανής; Τι εννοούμε όταν λέμε για παράδειγμα, ότι μια μηχανή έχει απόδοση 65%;

16. Πώς ερμηνεύετε την πρόταση της ΔΕΗ, να αντικατασταθούν οι λαμπτήρες πυράκτωσης με λαμπ-

τήρες φθορισμού; Στην απάντησή σας, να λάβετε υπόψη τα στοιχεία του πίνακα με τις τιμές απόδοσης διαφόρων μηχανών και συσκευών.

17. Τι εννοούμε με τον όρο υποβάθμιση της ενέργειας; Αναφέρατε ένα παράδειγμα για να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

18. Σε μια μηχανή έχουμε πάντα απώλειες ενέργειας.

A. Τι εννοούμε με τον όρο "απώλειες ενέργειας";

B. Σε μια μηχανή εξακολουθεί να ισχύει η αρχή διατήρησης της ενέργειας;

19. Να συμπληρώσετε τα κενά στο παρακάτω κείμενο:

Τόσο τα μόρια όσο και τα άτομα έχουν δύο βασικά χαρακτηριστικά:

A. Να και

B. Να

**ασκώντας ελκτικές και απωστικές
δυνάμεις. Στα αραιά αέρια οι απο-
στάσεις μεταξύ των μορίων είναι
σχετικά μεγάλες και κατά συνέπεια
θεωρούμε ότι τα μόρια έχουν μόνο
..... ενέργεια.**

**20. Να συμπληρώσετε τα κενά στο
παρακάτω κείμενο:**

**A. Η πίεση που προκαλεί ένα αέριο
στα τοιχώματα του δοχείου που το
περιέχει οφείλεται στις
που ασκούν τα μόρια του αερίου
στα τοιχώματα του δοχείου κατά
την πρόσκρουσή τους σε αυτά.**

**B. Η θερμοκρασία εξαρτάται από το
μέτρο της μέσης τιμής των
..... των μορίων ενός
αερίου.**

Γ. Εσωτερική ενέργεια μιας ποσότητας αερίου είναι η των μορίων του.

21. Να χαρακτηρίσετε με το γράμμα (Σ) τις σωστές και με το γράμμα (Λ) τις λανθασμένες προτάσεις:

A. Τα μόρια μιας ποσότητας αερίου έχουν μόνο κινητική ενέργεια αν το αέριο είναι αραιό.

B. Η θερμότητα είναι το ποσό ενέργειας που περιέχει ένα σώμα.

Γ. Όταν δύο σώματα που βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, έλθουν σε επαφή, τότε ποσό θερμότητας "ρέει" από το ένα στο άλλο.

22. Να χαρακτηρίσετε με το γράμμα (Σ) τις σωστές και με το γράμμα (Λ) τις λανθασμένες προτάσεις:

A. Η σχέση: $Q=W+\Delta U$ αποτελεί την έκφραση της αρχής διατήρησης της

ενέργειας για τις μεταβολές που υφίσταται ένα αέριο.

Β. Μονάδα κινητικής ενέργειας είναι το 1cal και είναι: $1\text{cal}=4,18\text{Joule}$.

Γ. Απόδοση 70% ενός ηλεκτροκινητήρα σημαίνει ότι 100 Joule ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπονται σε 70Joule κινητικής ενέργειας.

Δ. Μια ποσότητα ενέργειας δεν χάνεται σε οποιαδήποτε μετατροπή της αλλά μπορεί να υποβαθμιστεί.

23. Η εσωτερική ενέργεια μιας ποσότητας ενός αραιού αερίου είναι:

Α. Το άθροισμα των δυναμικών ενεργειών των μορίων.

Β. Το άθροισμα των κινητικών ενεργειών των μορίων.

Γ. Το άθροισμα των κινητικών και δυναμικών ενεργειών των μορίων.

24. Δύο αντικείμενα βρίσκονται απαραίτητα στην ίδια θερμοκρασία αν:

A. Περιέχουν ίσες ποσότητες θερμότητας.

B. Χάνουν θερμότητα με τον ίδιο ρυθμό.

Γ. Δεν συμβαίνει μεταφορά ενέργειας από το ένα στο άλλο όταν έρθουν σε επαφή.

Δ. Τα μόριά τους έχουν την ίδια ατομική δομή.

25. Κατά την πειραματική διαδικασία με τη συσκευή του Joule αφήνουμε ένα σώμα να πέσει από γνωστό ύψος και η δυναμική του ενέργεια ελαττώνεται κατά 5J.

Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείτε;

A. Στα πτερύγια μεταβιβάζεται ενέργεια 5J.

Β. Η εσωτερική ενέργεια του νερού μεγαλώνει κατά 5J.

Γ. Μειώθηκε η κινητική ενέργεια των μορίων του υγρού.

26. Με το ένα χέρι σας ακουμπήστε το μεταλλικό πόδι του θρανίου σας και με το άλλο ακουμπήστε το ξύλινο μέρος του.

Α. Ποιο από τα δύο μέρη του θρανίου αισθάνεστε να είναι πιο ψυχρό;

Β. Πώς εξηγείτε τη διαφορά που αισθάνεστε;

Γ. Η θερμοκρασία των μερών του θρανίου είναι ίδια με του περιβάλλοντος ή όχι;

27. Α. Αναμιγνύουμε το νερό δύο ποτηριών που περιέχουν ίσες ποσότητες νερού. Οι θερμοκρασίες τους είναι 20 °C και 60 °C. Το νερό

που θα προκύψει θα έχει θερμοκρασία:

i) 60°C

ii) 40°C

iii) 20°C

iv) 50°C

B. Αν η ποσότητα του νερού θερμοκρασίας 20°C είναι διπλάσια από την ποσότητα του νερού θερμοκρασίας 60°C , να υπολογίσετε τη θερμοκρασία του νερού που θα προκύψει από την ανάμειξή τους.

28. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι λανθασμένες;

A. Η ενέργεια "χάνεται" αν μετασχηματίζεται από μια μορφή σε άλλη.

B. Η ενέργεια μπορεί να ανακυκλωθεί μετατρέπόμενη συνεχώς από μια μορφή σ' άλλη.

Γ. Η ενέργεια διατηρείται αν μετασχηματίζεται από μια μορφή σε άλλη.

Δ. Η ενέργεια υποβαθμίζεται κατά τη μετατροπή από μια μορφή σε άλλη και έτσι δεν μπορεί να ανακυκλώνεται συνεχώς.

Ε. Ένα αντικείμενο μπορεί μόνο να παίρνει ή να δίνει ενέργεια.

29. Ωθούμε ένα βιβλίο που βρίσκεται πάνω σε ένα οριζόντιο θρανίο. Το βιβλίο αρχίζει να κινείται και σχεδόν αμέσως σταματά, λόγω τριβών.

Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές;

A. Η κινητική του ενέργεια μετατράπηκε σε θερμότητα.

B. Αυξήθηκε η θερμότητα του βιβλίου και του τραπεζιού.

Γ. Αυξήθηκε η θερμοκρασία του βιβλίου και του τραπεζιού.

30. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με (Σ) αν είναι σωστές και με (Λ) αν είναι λανθασμένες.

Α. Κλείνουμε την πόρτα το χειμώνα για να μη μπει το κρύο.

Β. Τα αέρια μπορούν να συμπιεστούν μέχρι να αποκτήσουν μηδενικό όγκο.

Γ. Ένα αέριο έχει έργο W .

Δ. Ένα σύστημα έχει εσωτερική ενέργεια U .

Ε. Ένα υγρό έχει θερμοκρασία θ .

ΣΤ. Ένα στερεό έχει θερμότητα Q .

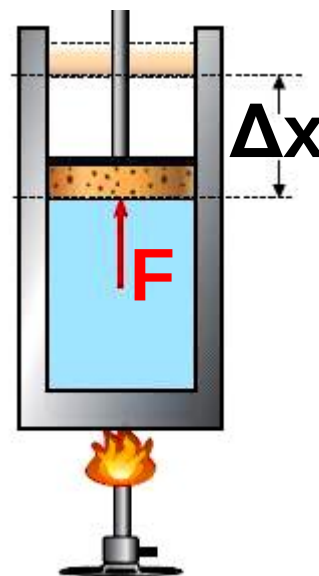
ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Ιδανικό αέριο απορροφά θερμότητα 80J ενώ ταυτόχρονα παράγει έργο 30J . Να υπολογίσετε τη μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου.

2. Πόση θερμότητα ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου - περιβάλλοντος σε μια διαδικασία κατά την οποία το παραγόμενο έργο είναι 50J και η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου είναι 30J ;

3. Κατά τη συμπίεση ενός αερίου, η εσωτερική του ενέργεια διατηρείται σταθερή, ενώ στο αέριο μεταβιβάζεται ενέργεια μέσω έργου 50J . Πόση θερμότητα ανταλλάσσεται μεταξύ αερίου και περιβάλλοντος;

4. Κατά τη θέρμανση αερίου μέσα σε δοχείο με έμβολο, μεταβιβάζεται στο αέριο θερμότητα 400J . Η εσωτερική ενέργεια του αερίου μεταβάλλεται κατά 250J . Το αέριο ασκεί στο έμβολο σταθερή δύναμη 1.500N , όπως φαίνεται στην εικόνα.



Πόσο θα μετακινηθεί το έμβολο;

5. Ένα σώμα μάζας $0,8\text{kg}$ αφήνεται από ύψος 3m , πέφτει σε άμμο και ακινητοποιείται.

Πόσο αυξάνεται η εσωτερική ενέργεια του συστήματος;

Δίνεται $g=10\text{m/s}^2$ και ότι στο σώμα κατά την πτώση του επενεργεί μόνο το βάρος του.

6. Έστω ότι θέλετε να μειώσετε το βάρος σας και κάποιος σας προτεί-

νει να μειώσετε κατά 10% το ποσοστό θερμίδων στο καθημερινό σας διααιτολόγιο, διατηρώντας την ίδια καθημερινή σας δραστηριότητα. Λάβετε υπόψη ότι η καύση 1g λίπους αποδίδει 9,5kcal. Ας υποθέσουμε ότι με ένα κανονικό διααιτολόγιο 3.500kcal την ημέρα, το βάρος σας παραμένει σταθερό. Σε πόσο χρόνο θα χάσετε 2kg;

7. Ένα αυτοκίνητο έχει μάζα 1.000 kg και κινείται σε οριζόντιο δρόμο με σταθερή ταχύτητα 108km/h. Η συνολική δύναμη που αντισταέκεται στην κίνηση του αυτοκινήτου είναι 450N.

A. Πόση είναι η κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου;

B. Πόση ενέργεια απαιτείται για να διανύσει το αυτοκίνητο 1km με την ταχύτητα αυτή;

Γ. Ένα λίτρο βενζίνης όταν καεί αποδίδει $3 \cdot 10^7$ Joule και ο κινητήρας του αυτοκινήτου έχει απόδοση 30%. Πόση απόσταση διανύει το αυτοκίνητο κινούμενο με 108km/h όταν καταναλώσει 1L βενζίνης;

ΓΛΩΣΣΑΡΙ

A

Αδράνεια ή αδράνεια των σωμάτων ή αδράνεια της ύλης ονομάζεται η ιδιότητα που έχουν τα σώματα να αντιστέκονται στη μεταβολή της κινητικής τους κατάστασης.

Αδρανειακή μάζα: Ο συντελεστής αναλογίας m της σχέσης $F = ma$ αποτελεί τον ορισμό για τη μάζα και ονομάζεται μάζα αδράνειας του σώματος ή απλά μάζα. Βαρυτική και αδρανειακή μάζα είναι ίσες.

Αλληλεπίδραση: Ονομάζεται η διαδικασία άσκησης δυνάμεων μεταξύ δύο σωμάτων.

Απόδοση μηχανής: Ονομάζεται ο λόγος της ενέργειας που αποδί-

δεται προς την ενέργεια που απορροφάται από τη μηχανή.

Αρχή ανεξαρτησίας των κινήσεων: (ή αρχή επαλληλίας): Όταν ένα κινητό εκτελεί ταυτόχρονα δύο ή περισσότερες κινήσεις, κάθε μια απ' αυτές εκτελείται εντελώς ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες και η θέση στην οποία φθάνει το κινητό μετά από χρόνο t , είναι η ίδια, είτε οι κινήσεις εκτελούνται ταυτόχρονα, είτε εκτελούνται διαδοχικά, σε χρόνο t η κάθε μία.

Αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας: Η μηχανική ενέργεια ενός σώματος ή ενός συστήματος διατηρείται αρκεί οι δυνάμεις που δρουν σ' αυτό να είναι όλες συντηρητικές.

Αρχή διατήρησης της ορμής: Η συνολική ορμή ενός μονωμένου

συστήματος σωμάτων διατηρείται σταθερή.

B

Βάρος: Η δύναμη της βαρυτικής έλξης που ασκείται σε κάθε σώμα που βρίσκεται μέσα στο βαρυτικό πεδίο της Γης. Κατευθύνεται πάντα προς το κέντρο της Γης.

Βαρυτική μάζα: Η μάζα που προκύπτει από τη μέτρηση της δύναμης βαρύτητας (βάρος) πάνω σ' αυτή, χωρίς τη χρήση επιτάχυνσης.

Βαρυτικό πεδίο: Ο χώρος γύρω από μια οποιαδήποτε μάζα M , ο οποίος έχει αποκτήσει την ιδιότητα να ασκεί δύναμη σε κάθε άλλη μάζα m , που θα βρεθεί στο χώρο αυτό.

Γ

Γεωστατικοί Δορυφόροι: Δορυφόροι που έχουν περίοδο περιστροφής 24 ώρες.

Γραμμική ταχύτητα: Ονομάζουμε γραμμική ταχύτητα στην ομαλή κυκλική κίνηση, το διανυσματικό μέγεθος που ορίζεται από το πηλίκο του τόξου προς το χρόνο στον οποίο διανύεται αυτό.

Γωνιακή ταχύτητα: Ονομάζουμε γωνιακή ταχύτητα στην ομαλή κυκλική κίνηση το διανυσματικό μέγεθος του οποίου η τιμή είναι ίση με το σταθερό πηλίκο της γωνίας θ που διαγράφτηκε από την επιβατική ακτίνα σε χρονικό διάστημα t διά του αντίστοιχου χρονικού διαστήματος, $\omega = \frac{\theta}{t}$.

Μονάδα μέτρησης στο Διεθνές Σύστημα είναι το 1 rad/s .



Δράση - Αντίδραση: "Όταν δύο σώματα αλληλεπιδρούν και το πρώτο ασκεί δύναμη F στο δεύτερο, τότε και το δεύτερο ασκεί αντίθετη δύναμη $-F$ στο πρώτο".

Δύναμη: Είναι αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης μεταξύ δύο σωμάτων. Όταν ασκείται δύναμη σ' ένα σώμα είναι δυνατόν να το παραμορφώσει ή να του μεταβάλλει την κινητική του κατάσταση.

Δυναμικές γραμμές βαρυτικού πεδίου: Ονομάζουμε τις (νοητές) γραμμές που χαράσσονται, αν υποθέσουμε ότι το διάνυσμα της έντασης ολισθαίνει κατά την κατεύθυνσή του, αρχίζοντας από ση-

μεία που βρίσκονται πολύ μακριά και φτάνοντας ως την επιφάνεια της Γης.

Δυναμική: Η ενότητα της Φυσικής που μελετά τις δυνάμεις και τα αποτελέσματά τους.

Δυναμική βαρυτική ενέργεια ή δυναμική ενέργεια: Ονομάζεται η ποσότητα mgh και συμβολίζεται με U .

Είναι αποτέλεσμα της θέσης του σώματος και της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στη Γη και στο σώμα που βρίσκεται στη συγκεκριμένη θέση.

Δυναμόμετρο: Βαθμολογημένο σε μονάδες δύναμης ελατήριο με το οποίο μετράμε δυνάμεις.

E

Ελαστική παραμόρφωση: Η παραμόρφωση ενός σώματος λέγεται

ελαστική, όταν, μόλις πάψει να ενεργεί σε αυτό η δύναμη που το παραμόρφωσε, επανέρχεται στην αρχική του μορφή.

Ελεύθερη πτώση: Ένα σώμα εκτελεί ελεύθερη πτώση όταν το αφήσουμε να πέσει από κάποιο ύψος και η μόνη δύναμη που ενεργεί σ' αυτό είναι το βάρος του, το οποίο θεωρείται σταθερό.

Ένταση του βαρυτικού πεδίου σε ορισμένο σημείο του: Το διανυσματικό μέγεθος που ορίζεται από το σταθερό πηλίκο της βαρυτικής δύναμης που ασκείται στη μάζα - υπόθεμα προς τη μάζα - υπόθεμα και έχει κατεύθυνση ίδια με αυτή του βάρους.

Εξωτερικές δυνάμεις: Δυνάμεις που προέρχονται από σώματα εκτός του συστήματος.

Επιτάχυνση: Το διανυσματικό μέγεθος του οποίου το μέτρο ισούται με το πηλίκο της μεταβολής Δυ της ταχύτητας δια του χρόνου Δt στον οποίο γίνεται η μεταβολή αυτή.

Έργο σταθερής δύναμης: Ονομάζεται το μονόμετρο φυσικό μέγεθος που ορίζεται ως το γινόμενο της δύναμης επί τη μετατόπιση του σημείου εφαρμογής της κατά τη διεύθυνσή της.

Εσωτερικές δυνάμεις: Δυνάμεις που προέρχονται αποκλειστικά από τα σώματα που αποτελούν το σύστημα.

Εσωτερική ενέργεια του αραιού αερίου: Είναι η συνολική κινητική ενέργεια των μορίων ενός αερίου.

Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση: Η κίνηση στην οποία το διάνυσμα της ταχύτητας είναι σταθερό.



Θερμοκρασία: Μας δείχνει πόσο ζεστό ή κρύο είναι ένα σώμα και σχετίζεται με τη μέση κινητική ενέργεια των μορίων.

Θεώρημα κινητικής ενέργειας ή θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας: Η μεταβολή της κινητικής ενέργειας ενός σώματος είναι ίση με το αλγεβρικό άθροισμα των έργων των δυνάμεων που δρουν πάνω του ή ισοδύναμα είναι ίση με το έργο της συνισταμένης δύναμης.

I

Ισχύς: Το μονόμετρο μέγεθος που ορίζεται ως το πηλίκο της ενέργειας που δαπανά κάποια συσκευή σε κάποιο χρόνο προς το χρόνο αυτό. Μας δείχνει το ρυθμό με τον οποίο μια μορφή ενέργειας μετατρέπεται σε κάποια άλλη.

K

Κεντρομόλος δύναμη: Ονομάζεται η συνισταμένη δύναμη που αναγκάζει ένα σώμα να εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση.

Κεντρομόλος επιτάχυνση: Είναι η επιτάχυνση που οφείλεται στην κεντρομόλο δύναμη.

Κινηματική: Ο κλάδος της Φυσικής που περιγράφει τις κινήσεις των σωμάτων, ανεξάρτητα από το αίτιο που τις προκαλεί.

M

Μέση ταχύτητα: Το μονόμετρο μέγεθος που προκύπτει από το πηλίκο της συνολικής απόστασης που διανύει το κινητό προς τη συνολική χρονική διάρκεια κίνησής του.

Μετατόπιση: Το διανυσματικό μέγεθος που έχει αρχή την αρχική θέση του κινητού και τέλος την τελική του θέση ανεξάρτητα απ' τη διαδρομή του.

Μηχανική ενέργεια: Ονομάζεται το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας ενός σώματος.

Μονωμένο σύστημα: Το σύστημα στο οποίο οι εξωτερικές δυνάμεις έχουν συνισταμένα μηδέν.

N

Νόμος θεμελιώδης της Μηχανικής: Η δύναμη $\vec{F}$ που ασκείται σε

ένα σώμα και η επιτάχυνση $\vec{a}$ που αποκτά αυτό είναι μεγέθη ανάλογα. Η κατεύθυνση της επιτάχυνσης είναι ίδια με την κατεύθυνση της δύναμης.

Νόμος του Hooke: "Οι ελαστικές παραμορφώσεις είναι ανάλογες με τις δυνάμεις που τις προκάλεσαν"
 $F=Kx$, όπου K σταθερά του ελατηρίου που εξαρτάται από τη φύση και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ελατηρίου.

Νόμος της Παγκόσμιας έλξης:
Κάθε σωμάτιο μάζας m_1 που βρίσκεται σε απόσταση R από ένα άλλο σωμάτιο μάζας m_2 , οπουδήποτε στο σύμπαν, έλκει το δεύτερο αλλά και έλκεται από αυτό με δύναμη που είναι ανάλογη του γινομένου των δύο μαζών και αντιστρό-

φως ανάλογη με το τετράγωνο της μεταξύ τους απόστασης.

O

Ομαλά μεταβαλλόμενη κίνηση: Είναι η κίνηση κατά την οποία η ταχύτητα ενός κινητού αλλάζει με σταθερό ρυθμό.

Ομαλή κυκλική κίνηση: Χαρακτηρίζεται η κυκλική κίνηση ενός κινητού, όταν η τιμή της ταχύτητάς του παραμένει σταθερή.

Ομογενές πεδίο: Ένα πεδίο με ένταση σταθερού μέτρου και σταθερής κατεύθυνσης.

Οριακή ταχύτητα: Η σταθερή ταχύτητα που αποκτάει τελικά ένα σώμα, όταν πέφτει στον αέρα ή σε υγρό και η αντίσταση του μέσου δε θεωρείται αμελητέα.

Οριακή τριβή: Η μέγιστη τιμή της στατικής τριβής.

Οριζόντια βολή: Ονομάζεται η σύνθετη κίνηση που αποτελείται από δύο απλές κινήσεις, μια κατακόρυφη που είναι ελεύθερη πτώση και μία οριζόντια που είναι ευθύγραμμη ομαλή.

Ορμή p σώματος: Το διανυσματικό φυσικό μέγεθος που ορίζεται με το γινόμενο της μάζας του σώματος επί την ταχύτητά του.

Π

Πίεση: Η πίεση ορίζεται από το πηλίκο της κάθετης δύναμης F προς το εμβαδό της επιφάνειας S στην οποία αυτή ασκείται.

Περιοδικές κινήσεις: Ονομάζουμε περιοδική την κίνηση που επα-

να λαμβάνεται η ίδια, στον ίδιο πάντα χρόνο, που λέγεται περίοδος.

Περίοδος της κυκλικής κίνησης: Ο χρόνος που χρειάζεται το κινητό για να κάνει μια περιστροφή.

Πρώτος νόμος του Νεύτωνα: Αν η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται σ' ένα σώμα είναι μηδέν, τότε το σώμα ή ηρεμεί ή κινείται ευθύγραμμα και ομαλά.

Σ

Σημείο αναφοράς: Η αρχή απ' όπου μετράμε για να προσδιορίσουμε τη θέση σωματίου που βρίσκεται ή κινείται σ' ευθεία γραμμή.

Στατική τριβή: Δύναμη που εμφανίζεται στις επιφάνειες δύο σωμάτων τα οποία εφάπτονται μεταξύ τους και τείνουν να κινηθούν το ένα προς το άλλο.

Συγγραμμικές δυνάμεις: Δυνάμεις που έχουν τον ίδιο φορέα.

Συντηρητικές δυνάμεις: Οι δυνάμεις που το έργο τους κατά μήκος μιας κλειστής διαδρομής είναι μηδέν. Κατά συνέπεια συντηρούν (διατηρούν) την ενέργεια του συστήματος στο οποίο δρουν.

Σύστημα αναφοράς: Σύστημα για τον προσδιορισμό θέσης σωματίου.

Σύστημα σωμάτων: Ένα σύνολο δύο ή περισσότερων σωμάτων που αλληλεπιδρούν.

Συχνότητα της κυκλικής κίνησης: Ο αριθμός των περιστροφών που εκτελεί το κινητό στη μονάδα του χρόνου.

Σωμάτιο ή σημειακό αντικείμενο: Είναι η αναπαράσταση ενός αντικειμένου με ένα σημείο.

T

Ταχύτητα: Στην ομαλή κίνηση το διανυσματικό μέγεθος που ορίζεται από το πηλίκο της μετατόπισης προς την αντίστοιχη χρονική διάρκεια.

Τεχνητοί δορυφόροι της Γης: Αντικείμενα που ο άνθρωπος κατόρθωσε να θέσει σε κυκλικές τροχιές, γύρω από τη Γη.

Τριβή ολίσθησης: Δύναμη τριβής, μικρότερη της οριακής, που εμφανίζεται όταν δύο σώματα βρίσκονται σε σχετική κίνηση το ένα ως προς το άλλο.

Τροχιά: Το σύνολο των διαδοχικών θέσεων από τις οποίες διέρχεται το σώμα.

Υ

Υποβάθμιση της ενέργειας: Όταν καταναλώνουμε ενέργεια δεν χάνεται ούτε "μειώνεται" η αρχική ποσότητά της, αλλά τελικά μετατρέπεται σε θερμότητα.

Φ

Φαινομενική έλλειψη βαρύτητας: Κατάσταση που το σώμα ευρίσκεται σε συνθήκες ελεύθερης πτώσης.

Χ

Χρονική διάρκεια: Η διαφορά της αρχικής από την τελική χρονική στιγμή.

Χρονική στιγμή: Αντιστοιχεί στην ένδειξη του ρολογιού ή του χρονομέτρου. Δεν έχει διάρκεια.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αλεξόπουλος Κ.Δ., Μαρίνος Δ. Ι.:
(1998) Νεώτερα από τη Φυσική,
Εκδόσεις Σαββάλας.

Αλεξόπουλος Κ.Δ.: (1966) Γενική
Φυσική, τόμοι 1-5. Αθήνα.

Αλεξόπουλος Κ.Δ., Μαρίνος Δ.Ι.:
(1980) Φυσική, τόμοι Α΄-Β΄, Αθήνα.

Αριστοτέλους: (1972) Φυσικής
Ακρόασις (Τα φυσικά), Μετάφραση
Κ.Δ. Γεωργούλη, Εκδόσεις Παπα-
δήμα.

Βαρώτσος Π., Αλεξόπουλος Κ. Δ.:
(1995) Φυσική Στερεάς Κατάστα-
σης, Εκδόσεις Σαββάλας.

Βλάχος Ι.: (1990) Μαθησιακές δρα-
στηριότητες για την πρώτη Λυκεί-
ου: Γενικού-Πολυκλαδικού, Εκδό-
σεις "Η έκφραση".

**Βλάχος Ι., Ζάχος Κ., Κόκκοτας Π.,
Τιμοθέου Γ.: (1998) Φυσική Γ'
Λυκείου Ο.Ε.Δ.Β.**

**Δανέζης Μ., Θεοδοσίου Σ.: (1999)
Το Σύμπαν που Αγάπησα - Εισα-
γωγή στην Αστροφυσική, τόμοι Α',
Β', Εκδόσεις Δίαυλος.**

**Καραπαναγιώτης Β.: (1989) Το
Σχολικό Εργαστήριο Φυσικών Επι-
στημών, Εκδόσεις Γρηγόρη.**

**Κόκκοτας Π., Καραπαναγιώτης Β.
κ.ά.: (1998) Πειράματα Φυσικής,
Εκδόσεις Γρηγόρη.**

**Κόκκοτας Π., Κρέμος Δ.: (1995)
"Φυσική Α' Λυκείου", Εκδόσεις
Ο.Ε.Δ.Β.**

**Κουλαϊδής Β. (επιμέλεια): (1994)
Αναπαραστάσεις του Φυσικού Κό-
σμου, Εκδόσεις Gutenberg.**

Μαυρίκης Χ., Τιμοθέου Γ.: (1982) Μεθοδολογία ασκήσεων Μηχανικής, Εκδόσεις Αναστασάκη.

Μπότσης Κ., Περιστερόπουλος Π., Σφαρνάς Ν.: (1993) Εγχειρίδιο Φυσικής Γ' Λυκείου, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Μπουρούτης Ι.: (1988) Πειράματα Φυσικής, τόμοι Α-Β, Εκδόσεις Ο.Ε.Δ.Β. (γ' έκδοση 1993).

Οικονόμου Ε. Ν.: (1991) Η Φυσική Σήμερα (Οι Δέκα Κλίμακες της Ύλης), Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Περιστερόπουλος Π., Σκιαθίτης Εμ.: (1983) Οδηγίες για τη διδασκαλία της Φυσικής στη Β' Λυκείου.

Τιμοθέου Γ.: (1986) Φυσική Γ' Λυκείου, Εκδόσεις Παπαδημητρώπουλου.

Φάρρινγκτον Β.: (1969) Η Επιστήμη στην Αρχαία Ελλάδα, Μετάφραση Ραΐσης Ν., Εκδόσεις Κάλβος.

Abbott A.; (1982) Ordinary Level Physics, Heinemann Ed. Books, third Edition.

Avison J.: (1989) The World of Physics, Nelson.

Bausor J. et al.: (1978) Advanced Physics project for Independent Learning (APPIL) Units 1-10, John Murray (Publishers).

Bernal J.: (1982) Η Επιστήμη στην Ιστορία, τόμοι Α-Β, Μετάφραση Ε. Μπιτσάκης, Εκδόσεις Ι. Ζαχαρόπουλος.

Breithaupt J.: (1997) Key Science: Physics (new edition), Stanley Thornes (publishers) Ltd.

Breithaupt J.: (1994) Physics, Stanley Thornes (publishers) Ltd.

Dampier W.C.: (1979) A history of Science and its relations with Philosophy & Religion, Cambridge University Press.

Dorn F., Bader F.: (1985) Φυσική, τόμοι 1-4, Εκδόσεις Κτίστη, Αθήνα, (συνοδεύεται από βιβλίο για τον καθηγητή).

Einstein A. Infeld L.: (1978) Η Εξέλιξη των Ιδεών στη Φυσική, Μετάφραση-Συμπλήρωμα Ε. Μπιτσάκης, Εκδόσεις Δωδώνη.

Epstein L.C.: (1989) Thinking Physics - Practical lessons in critical thinking (second edition), Insight Press.

Feyerabend P.: (1982) Ενάντια στη Μέθοδο, Μετάφραση Γρ. Καυκαλάς, Γ. Κουνταρούλης, Εκδόσεις Σύγχρονα Θέματα.

Feynman R.: (1990) Ο Χαρακτήρας του Φυσικού Νόμου, Μετάφραση

**Ελένη Πιπίνη, Πανεπιστημιακές
Εκδόσεις Κρήτης.**

**Gamow G. and Cleveland J.M.:
(1978) Physics: foundations and
frontiers (third edition) Prentice-Hall
of India.**

**Haber-Schaim U., Dodge J.,
Walter J.: (1992) P.S.S.C. Φυσική,
Εργαστηριακός οδηγός, Εκδόσεις
Ιδρύματος Ευγενίδου.**

**Haber-Schaim U., Dodge J.,
Walter J.: (1990) P.S.S.C. Φυσική,
Μετάφραση Θ. Κωστίκας, Εκδόσεις
Ίδρυμα Ευγενίδου.**

**Halliday D. Resnick R.: (1976) Φυ-
σική, Μετάφραση Γ. Πνευματικός, Γ.
Πεπονίδης, τόμοι 1-2, Εκδόσεις Γ.Α.
Πνευματικός.**

**Hecht E.: (1998) Physics: Algebra/
Trig Vol. I & II., Brooks/Cole
Publishing Company.**

Hewitt P.: (1992) Οι Έννοιες της Φυσικής, Μετάφραση Ε. Σηφάκη Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Holton G.: (1985) Introduction to concepts and theories in Physical Science, revised by Brush S. (second edition), Princeton University Press.

Johnson K.: (1996) Physics for you New National Curriculum Edition for GCSE. Stanley Thornes (publishers) Ltd.

Kuhn T.: (1987) Η δομή των Επιστημονικών Επαναστάσεων, Εισαγωγή-Επιμέλεια Β. Κάλφας, Μετάφραση Γ. Γεωργακόπουλος, Β. Κάλφας, Εκδόσεις Σύγχρονα Θέματα.

Landau L., Kitaigorodsky A.: (1980) Physics for Everyone Physical bodies, (second edition), MIR Publishers Moscow.

Landau L.D. and Kitagorodsky A.I.: (1980) Physics for everyone, Molecules (second edition) MIR Publishers Moscow.

MacDemmont L. C.: (1996) Physics by Inquiry, vol. 1-2, J. Willy & Sons.

March R.: (1996) Φυσική για Ποιητές, Μετάφραση Κ. Μεργιά, Εκδόσεις Δίαυλος.

Ohanian H.: (1991) Φυσική, τόμοι 1-2, Μετάφραση Α. Φίλιππα, Εκδόσεις Συμμετρία.

Pople S.: (1989) Physics Coordinated Science, Oxford University Press.

Rogers E.M.: (1977) Physics for the inquiring mind: the methods, nature and philosophy of physical science (twelfth edition) Princeton University Press.

Rutherford F., Holton G., Watson F.: (1981) "Harvard Project Physics", Εκδότες Holt, Rinehart, Winston Publishers.

Segre E.: (1997) Ιστορία της Φυσικής (Τόμος Α) Από την πτώση των σωμάτων έως τα ραδιοκύματα, Μετάφραση Μεργιά Κ., Επιμ. Δανέζης Μ. & Θεοδοσίου Σ., Εκδ. ΔΙΑΥΛΟΣ.

Segre E.: (1997) Ιστορία της Φυσικής (Τόμος Β) Από τις ακτίνες Χ έως τα κουάρκ, Μετάφραση Κοτρίδης Ν., Επιμ. Δανέζης Μ. & Θεοδοσίου Σ., Εκδ. ΔΙΑΥΛΟΣ.

Silberberg M.: (1996) Chemistry: the molecular nature of matter and change, Mosby.

Serway R.: (1990) Physics for Scientists and Engineers, Μετάφραση Λ. Ρεσβάνης), τόμος IV.

Serway R.: (1991) Φυσική, τόμοι 1-4, Έκδοση Λ. Ρεσβάνη, Αθήνα.

Skinner B.J. and Porter P.C.:
(1987) Physical Geology, John Wiley
& Sons.

Tillery B.W.: (1996) Physical
Science (third edition), W.C.M.
Publishers.

UNESCO: (1994) Οδηγός του
Εκπαιδευτικού, Μετάφραση Α. Βε-
κιαρέλη-Ε. Παπαγκίκα, Επιμ. Ι.
Αντωνίου κ.α., Εκδόσεις UNESCO/
RED-T-POINT.

**Wenham E., Dorling G., Snell J.,
Taylor B.:** (1972) Physics, Concepts
and Models, Addison-Wesley
Publishers limited.

Whelan P., Hodgson M.: (1979)
Questions on Principles of Physics,
Εκδότης John Murray.

Young H.: (1994) Φυσική, τόμοι 1-2,
Μετάφραση Ε. Αναστασάκης, Σ. Δ.
Π. Βλασσόπουλος, Ε. Δρης, Η. Σ.
Ζουμπούλης, Η. Κ. Κατσούφης, Γ.

**Κουρούκλης, Ε. Μάνεσης, Κ. Ε.
Παρασκευαΐδης, Μ. Πιλάνιας, Κ.
Χριστοδουλίδης, Εκδόσεις Παπαζή-
ση.**

**Zitsewits P.W. et. al.: (1995) Merril
Physics, Principles and Problems,
Glencoe/Mc Graw Hill.**

**Μια χρήσιμη σελίδα στο
Διαδίκτυο, με θέματα Φυσικής:
<http://www.geocities.com/grphysics/>**

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

Κεφάλαιο 1.1

1. 30m/s
2. 200s
3. 500m, 12,5m/s
4. 40s, σε απόσταση 400m από το A
5. 50s, 1500m
6. 50m
7. 30m/s, 225m
8. 100m, 3m
9. 400m, $\frac{40}{3}$ m/s
10. 28m
11. 6s, 50m, 12,5s
12. 10m/s, 2m/s²
13. Η σύγκρουση αποφεύγεται
14. 5s

15. 2,5s

16. 7,36m/s, 3m/s², 1m/s²

17. 2,5s, 18,75m, 5s, 25m

18. 20s, 320m, 32m/s, 40m/s, 16m/s

19. 2m/s², 375m, 275m, 15m/s

Κεφάλαιο 1.2

1. 140N, 20N

2. 25N, 5N, 35N

3. 8N, 2N και 15N, 5N

4. 4N/cm

5. 15N, ίδιας κατεύθυνσης με αυτήν της F₂

6. 200N

7. Η τιμή της επιτάχυνσης είναι ίδια, ενώ η κατεύθυνση στην περίπτωση B είναι αντίθετη αυτής των περιπτώσεων A, Γ και Δ.

8. 25N

9. 4N

10. 10N

11. 4m/s^2 , 5m/s^2 , 4s

12. 8m , 20s

13. 3m/s^2 , 11N ή 5N ,

14. $0,6\text{m/s}^2$

15. 2s

16. 55m

17. 20m/s , 4s

18. $12,5\text{m/s}$, 2s

Κεφάλαιο 1.3

1. $5\sqrt{2}\text{ N}$

2. $\sqrt{41}\text{ N}$

3. 10m/s^2 , $\epsilon\phi\theta=\frac{4}{3}$

4. $1,6\text{m/s}^2$, 3s , 36m

5. 10m/s^2 , πάνω από το σημείο που η βόμβα συναντά το έδαφος με οριζόντια μετατόπιση, από το σημείο που αφέθηκε η βόμβα, ίση με 1.500m .

6. 5m/s^2 , 15N

- 7. $g/2$**
- 8. $2 \cdot 10^4 \text{ N}$, 960 N**
- 9. 5 m/s^2 , 5 N , $0,1$**
- 10. 2.250 m/s^2 , $135 \cdot 10^3 \text{ N}$**
- 11. $0,48$, $76,8 \text{ N}$**
- 12. $2,5 \text{ m/s}^2$**
- 13. $2,5 \text{ N}$, $1,25 \text{ m}$**
- 14. 35 m/s , $3.062,5 \text{ m/s}^2$**
- 15. 463 m/s , $0,034 \text{ m/s}^2$**
- 16. $368 \cdot 10^3 \text{ m/s}$, $19,6 \cdot 10^6 \text{ m/s}^2$**
- 17. $26,9 \text{ m/s}$, 2.193 m/s^2**
- 18. 13 m/s**
- 19. 12 h , 1 h , $10,9 \text{ min}$**
- 20. $50\pi \text{ rad/s}$**
- 21. 5.581 m/s , $4,36 \cdot 10^{-4} \text{ rad/s}$**
- 22. $65,36 \text{ N}$, 10 m/s , 9 m**
- 23. 200 N , 3 m/s^2 , 4 s , 12 m/s**
- 24. $5\sqrt{3} \text{ N}$, 5 m/s^2 , 2 s , 10 m/s , 10 m/s**
- 25. $87,5 \text{ N}$, $62,5 \text{ N}$ Κεφάλαιο 1.4**

Κεφάλαιο 1.4

1. $4,65 \cdot 10^{-35} \text{ N}$

2. $1,54 \cdot 10^{-1} \text{ m/s}^2, 15,4 \text{ N}$

3. $\sqrt{\frac{g_o R_\Gamma}{4}}$

4. $\frac{16g_o}{81}$

5. $4\pi \sqrt{\frac{2R_\Gamma}{g_o}}$

6. 6m

7. $\frac{1}{81}$

8. $\omega = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{GM}{r}}$

9. 10 N

10. $888,9 \text{ N}$

11. $0,1g_o m R_\Gamma$, όχι, μηδέν

12. $2R_{\Gamma}$

13. $R_{\Gamma}, \frac{1}{4} mg_o R_{\Gamma}$

Κεφάλαιο 2.1

1. $5 \cdot 10^4 \text{ kgm/s}$

2. $5 \cdot 10^4 \text{ N}$

3. 400N

4. $900\text{N}, 10\text{m/s}$

5. $20\text{kgm/s}, 80\text{N}$

6. $4 \cdot 10^4 \text{ kgm/s}, 8 \cdot 10^3 \text{ N}$

7. $51 \cdot 10^{-5} \text{ kgm/s}, 255 \cdot 10^3 \text{ N}$

8. $2\text{m/s}, 4\text{m/s}$

9. 6m/s

10. $1\text{kgm/s}, 0,8\text{kgm/s}, 1,8\text{kgm/s}, 18\text{N}$

11. $1\text{m/s}, 2\text{s}$

12. 44kgm/s , 4kgm/s ίδιας φοράς με τη u_2 , $\frac{2}{3}\text{ m/s}$ ίδιας φοράς με τη u_2
13. 15m/s , 300N
14. 1.500m/s , αντίθετης κατεύθυνσης με την ταχύτητα του πυραύλου
15. 24.000kgm/s , 10.000N
16. 6m/s , 4.000kgm/s , -4.000kgm/s
17. 5m/s ίδιας κατεύθυνσης με τη u_1 , 75Joule , $6,25\text{m}$

Κεφάλαιο 2.2

1. 6.000Joule
2. 2.000Joule
3. 15m
4. 20m/s
5. 10KW
6. 6m/s
7. 200Joule , 160Watt
8. 10%

- 9. 5.000Joule
- 10. $48 \cdot 10^3$ Joule, 80Watt
- 11. 40Joule, 50Joule
- 12. 250Joule, 5m/s
- 13. 20m, 30m
- 14. 8m/s, 20m
- 15. 15kg
- 16. $\sqrt{20}$ m/s
- 17. 20m/s, mg^2t
- 18. $\sqrt{30}$ m/s
- 19. $\sqrt{60}$ m/s, 120Joule
- 20. $2,57 \cdot 10^{10}$ Joule, 26min
- 21. 3m, $3\sqrt{3}$ m/s
- 22. 450Joule, 20m/s, 45m, 30m/s

Κεφάλαιο 2.3

- 1. 50 Joule
- 2. 80 Joule
- 3. 50 Joule
- 4. 0,1 m

5. 24 Joule

6. 54,28 ημέρες

**7. $4,5 \cdot 10^5$ Joule, $4,5 \cdot 10^3$ Joule,
20km**

Περιεχόμενα 7ου τόμου

2.3 Διατήρηση της ολικής ενέργειας και υποβάθμιση της ενέργειας (συνέχεια από τον 6ο τόμο)

2.3.2 Ιδιότητες των αερίων	7
Ένθετο: Νόμος του Boyle	14
2.3.3 Εσωτερική ενέργεια	18
2.3.4 Θερμότητα και διατήρηση της ολικής ενέργειας.....	24
2.3.5 Η θερμότητα και η μηχανική ενέργεια.....	31
2.3.6 Μηχανές και ενέργεια.....	37
Ένθετο: Ο κινητήρας του αυτοκινήτου	40
2.3.7 Απόδοση μηχανής	43
2.3.8 Υποβάθμιση της ενέργειας..	51

Ένθετο: Αεικίνητο	57
Ένθετο: Η εσωτερική ενέργεια της ατμόσφαιρας και ο καιρός	63
Περίληψη.....	75
Ερωτήσεις, Ασκήσεις - Προβλήματα.....	78
 Γλωσσάρι	 95
Βιβλιογραφία	113
Απαντήσεις ασκήσεων - προβλημάτων	124

Με απόφαση της Ελληνικής Κυβέρνησης τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου και του Λυκείου τυπώνονται από τον Οργανισμό Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν βιβλιόσημο προς απόδειξη της γνησιότητάς τους. Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δε φέρει βιβλιόσημο, θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7, του Νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946, 108, Α').



***Απαγορεύεται η αναπαραγωγή
οποιουδήποτε τμήματος αυτού του
βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα
(copyright), ή η χρήση του σε
οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή
άδεια του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.***