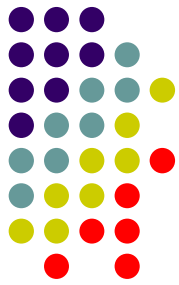


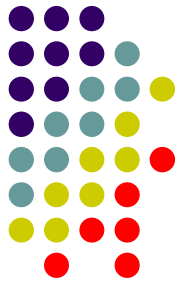
# Θερμοδυναμική



Πουλιάσης Αντώνης

# Περιεχόμενα:

(1)



- **Θερμοδυναμικοί νόμοι**

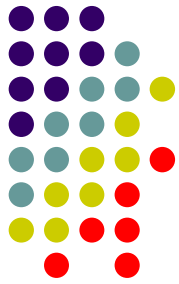
- Μηδενικός θερμοδυναμικός νόμος
- 1<sup>ος</sup> θερμοδυναμικός νόμος
- 2<sup>ος</sup> θερμοδυναμικός νόμος
  - Υποβάθμιση της ενέργειας
- Εντροπία και 3<sup>ος</sup> θερμοδυναμικός νόμος

- **Νόμοι της θερμοδυναμικής και το ανθρώπινο σώμα**

- Ενέργεια και μεταβολισμός
- Θερμοδυναμική και το ανθρώπινο σώμα
  - Ο 1<sup>ος</sup> θερμοδυναμικός νόμος & το ανθρώπινο σώμα
  - Ο 2<sup>ος</sup> θερμοδυναμικός νόμος & το ανθρώπινο σώμα
  - Η ελεύθερη ενέργεια Gibbs & το ανθρώπινο σώμα

# Περιεχόμενα:

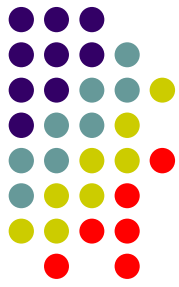
(2)



- **Διάδοση θερμότητας**

- *Διάδοση θερμότητας με αγωγή*
  - Παράδειγμα
- *Διάδοση θερμότητας με ρεύματα ή μεταφορά*
  - Νόμος του Newton
  - Παράδειγμα
- *Διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία*
  - Αρχή του θερμοκηπίου
- *Εξαέρωση*
- *Εξίσωση ισοζυγίου ενέργειας*
- *Θερμική άνεση, μόνωση και ο κατάλληλος ρουχισμός*



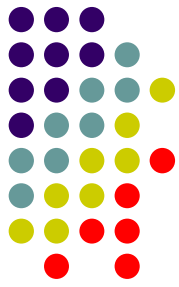


(3)

# Περιεχόμενα:

- **Ρύθμιση θερμοκρασίας στα κτίρια**
  - *Μεταφέροντας τη θερμότητα*
    - Θέρμανση για το σπίτι
  - *Εξοικονόμηση ενέργειας στο σπίτι*
    - Ενεργειακές απώλειες για ένα κτίριο
  - *Υπολογίζοντας τις απώλειες ενέργειας*
    - Θερμικές απώλειες από τα υλικά του κτιρίου
    - Θερμικές απώλειες από τον εξαερισμό
      - Παράδειγμα
  - *Μειώνοντας τα έξοδα θέρμανσης*



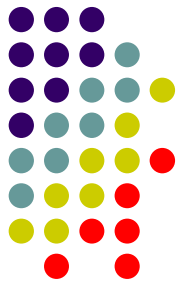


(1)

# Εισαγωγή

- Οι ζωντανοί οργανισμοί επιβιώνουν ή αν θέλετε προσαρμόζονται και αναπτύσσονται, σε μια μεγάλη ποικιλία «κατοικιών».
- Οι άνθρωποι κατόρθωσαν να ζουν σε όλα τα διαφορετικά «περιβάλλοντα» που μπορεί να βρει κάποιος πάνω στη Γη.



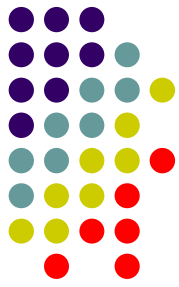


(2)

# Εισαγωγή

- Σε μακροσκοπικό επίπεδο η Γη είναι ένα **θερμοδυναμικό σύστημα**.
- Επίσης σε μικροσκοπικό επίπεδο, δηλαδή σε επίπεδο ενός ατόμου ή ζώου, μπορούμε να θεωρήσουμε τους ζωντανούς οργανισμούς σαν θερμοδυναμικά συστήματα, που ανταλλάσσουν ενέργεια μεταξύ τους αλλά και με το περιβάλλον τους.



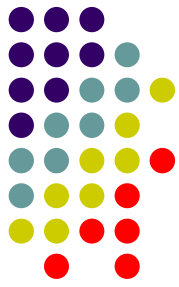


(3)

# Εισαγωγή

- Τα θηλαστικά, συμπεριλαμβανομένων και των ανθρώπων, είναι «ομοιόθερμοι» οργανισμοί, δηλαδή διατηρούν την θερμοκρασία του σώματός τους κανονίζοντας τον ρυθμό παραγωγής και μεταφοράς ενέργειας.
- Σε αντίθεση με τους ομοιόθερμους ζωντανούς οργανισμούς τα αμφίβια και τα ερπετά ανήκουν στην κατηγορία των «ποικιλόθερμων» οργανισμών. Αυτοί οι οργανισμοί δεν έχουν σταθερή θερμοκρασία σώματος, γιατί αυτή καθορίζεται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο ζουν.





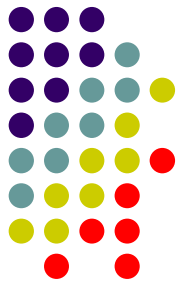
(4)

# Εισαγωγή

- Και για τις δυο κατηγορίες ζωντανών οργανισμών, η μεταφορά θερμότητας και η συντήρηση μιας σταθερής ισορροπίας μέσα στο σώμα τους, με τη βοήθεια βιολογικών διαδικασιών, μπορεί να κατανοηθεί αν μελετήσουμε τους νόμους της Φυσικής.



# Νόμοι της Θερμοδυναμικής και το ανθρώπινο σώμα (1)

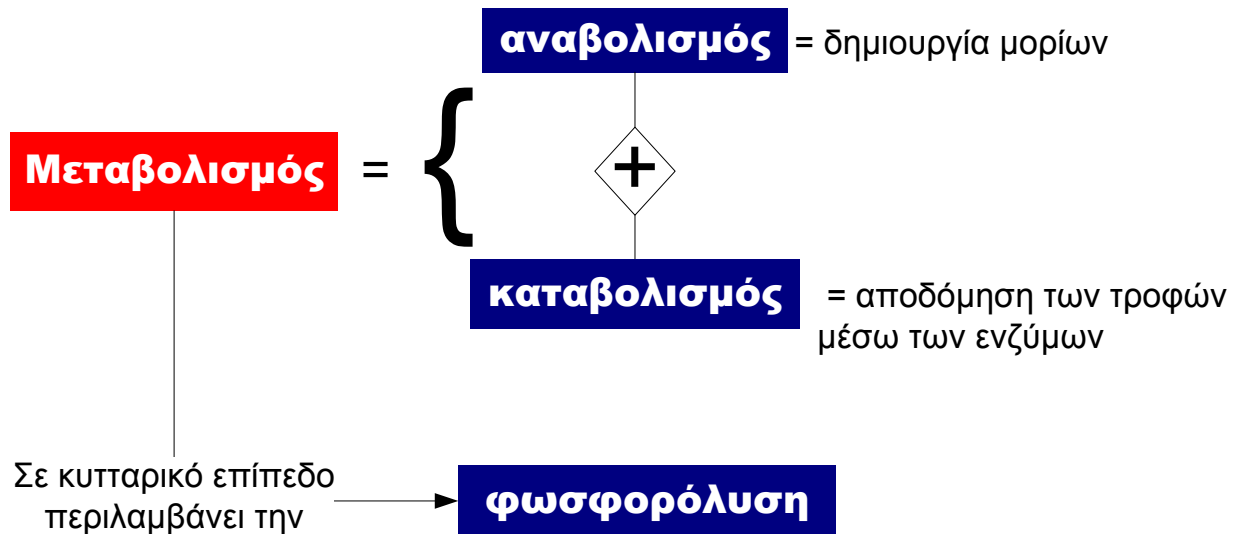
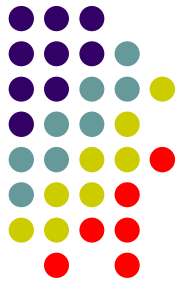


- Τα δομικά στοιχεία των ζωντανών οργανισμών είναι τα κύτταρα, τα οποία, εκτελούν εργασίες ζωτικής σημασίας για τη συντήρηση του οργανισμού.
- Σε ένα τυπικό κύτταρο λαμβάνουν χώρα χιλιάδες χημικές αντιδράσεις ανά δευτερόλεπτο, κατά τη διάρκεια των αντιδράσεων αυτών διασπώνται μερικά μόρια και σχηματίζονται κάποια νέα, ενώ παράλληλα εκλύεται ενέργεια.
- Αυτό το σύνολο των χημικών αντιδράσεων, με το οποίο:
  - α) μεταφέρεται ενέργεια μεταξύ των διαφόρων χημικών ενώσεων
  - β) παράγεται θερμική ενέργεια – η οποία διατηρεί το ανθρώπινο σώμα σε θερμοκρασία περίπου 37°C
  - γ) γίνονται όλες οι απαραίτητες λειτουργίες

ονομάζεται μεταβολισμός.

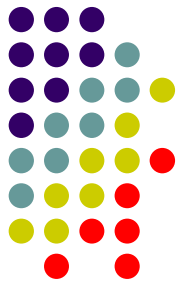


# Μεταβολισμός



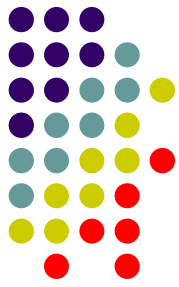
# Νόμοι της Θερμοδυναμικής και το ανθρώπινο σώμα

(2)

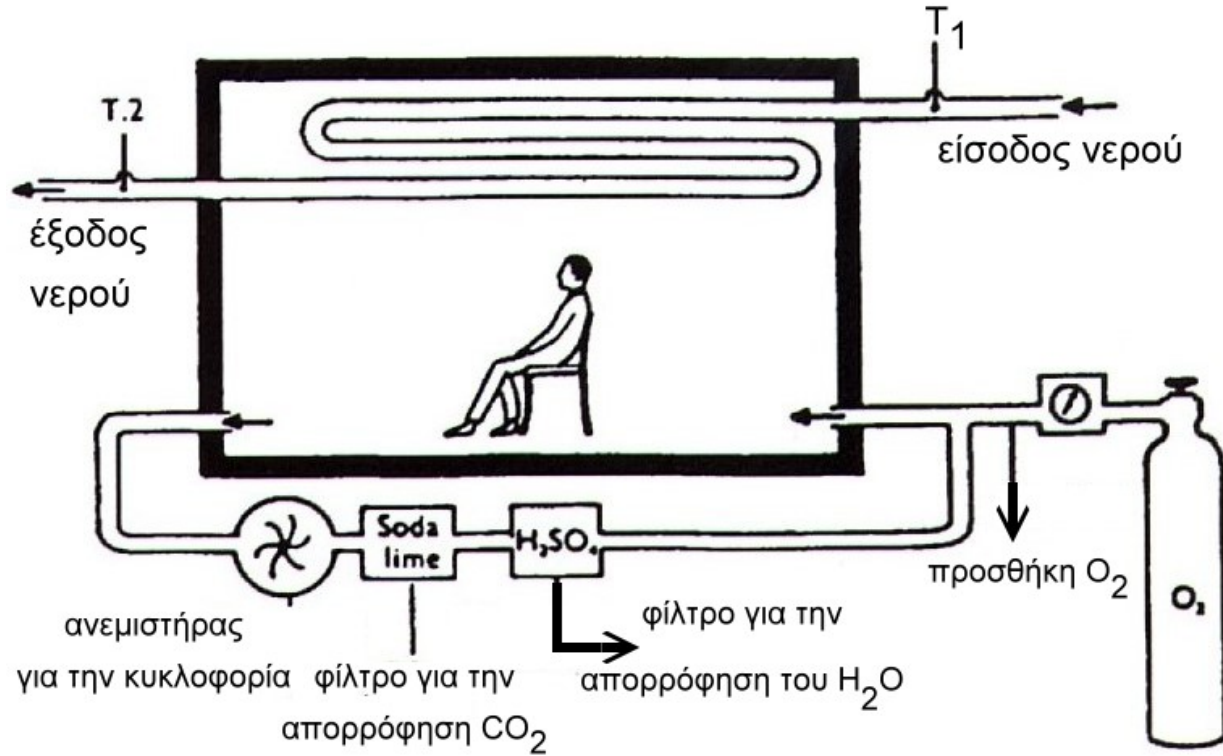


- Ο ρυθμός του μεταβολισμού όταν ο οργανισμός βρίσκεται σε κατάσταση ανάπαυσης ονομάζεται **βασικός μεταβολικός ρυθμός (BMR)**.
- Ο όρος αυτός αναφέρεται στο ρυθμό του μεταβολισμού που απαιτείται για να πραγματοποιούνται οι απαραίτητες λειτουργίες – δηλαδή η αναπνοή, η διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος και του καρδιακού παλμού, η κυκλοφορία του αίματος και η δημιουργία ιστών – με μηδενικό εξωτερικό επίπεδο δραστηριότητας όπως δηλαδή συμβαίνει κατά τη διάρκεια του ύπνου.
- Ο μεταβολικός ρυθμός μπορεί επίσης να ερμηνευθεί ως ο ρυθμός κατανάλωσης ενέργειας του σώματος.
- Ο μεταβολικός ρυθμός μπορεί να μετρηθεί άμεσα (**άμεση θερμοδομετρία**) ή έμμεσα (**έμμεση θερμοδομετρία**).

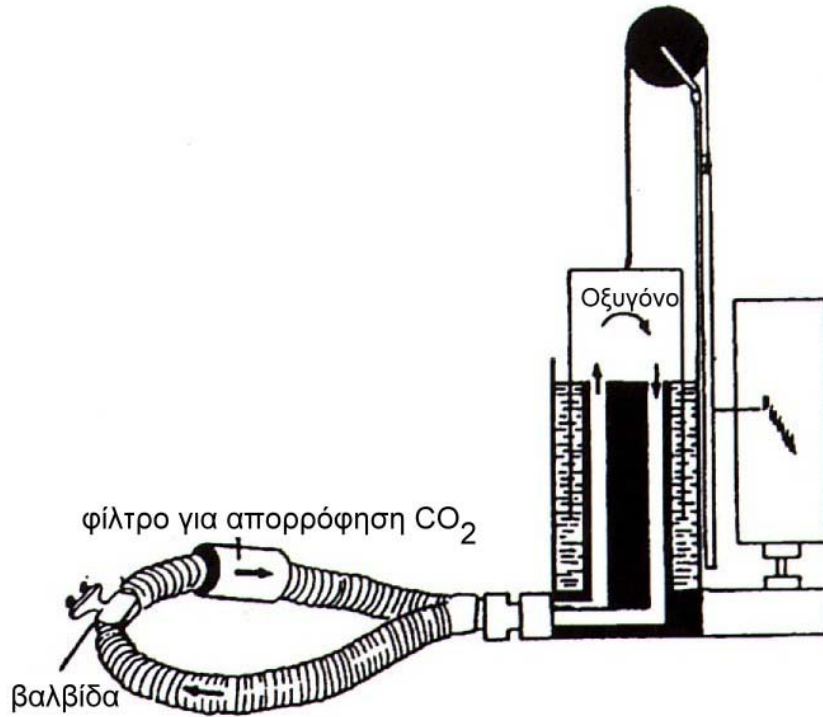
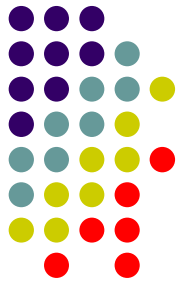




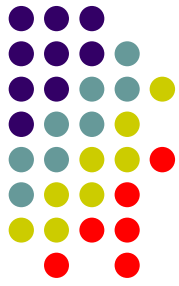
# Άμεση θερμοδομετρία



# Έμμεση θερμοδομετρία



# Ο 1<sup>ος</sup> θερμοδυναμικός νόμος και το ανθρώπινο σώμα <sup>(1)</sup>



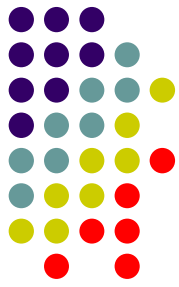
- Η μαθηματική διατύπωση του 1<sup>ου</sup> θερμοδυναμικού νόμου για ένα ιδανικό αέριο είναι η εξής:

$$dQ = dU + dW$$

- Υπό σταθερές συνθήκες δηλαδή με σταθερή θερμοκρασία του «πυρήνα» του ανθρώπινου σώματος και του περιβάλλοντος, για να έχουμε ισοζύγιο ενέργειας, θα πρέπει η ενέργεια που παράγεται να είναι ίση με την ενέργεια που απελευθερώνεται.



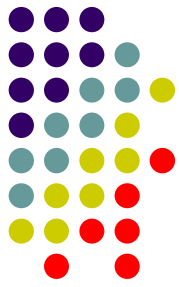
# Ο 1<sup>ος</sup> θερμοδυναμικός νόμος και το ανθρώπινο σώμα (2)



- Έργο  $W$  παράγεται από το σώμα μας κατά τις διάφορες δραστηριότητές μας. Αν θέλουμε η εσωτερική μας ενέργεια (και θερμοκρασία) να μην ελαττωθεί, θα πρέπει, με κάποιο τρόπο, να του προσφέρεται ενέργεια για αντιστάθμισμα.
- Η εσωτερική ενέργεια του σώματός μας **δε διατηρείται** σταθερή με ροή θερμότητας  $Q$  από το περιβάλλον. **Αντίθετα**, το σώμα μας **αποβάλλει** στο περιβάλλον ποσά θερμότητας, αφού υπό κανονικές συνθήκες το σώμα μας βρίσκεται σε υψηλότερη θερμοκρασία από το περιβάλλον.
- *Ποια είναι τότε η πηγή της ενέργειας που παίρνουμε;*



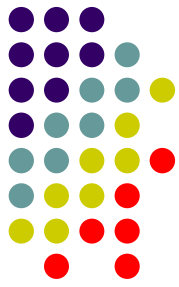
# Ο 1<sup>ος</sup> θερμοδυναμικός νόμος και το ανθρώπινο σώμα <sup>(3)</sup>



- Είναι η **εσωτερική ενέργεια** (χημική ενέργεια) των τροφών που καταναλώνουμε.
- Όταν τρώμε, εισάγουμε εσωτερική ενέργεια κατευθείαν στον οργανισμό μας, ο οποίος έτσι αυξάνει την ολική εσωτερική ενέργεια του σώματός μας.
- **Αυτή η εσωτερική ενέργεια μετατρέπεται σταδιακά σε έργο και θερμότητα, που αποβάλλεται στο περιβάλλον, σύμφωνα με τον πρώτο νόμο. Ο ρυθμός μεταβολισμού είναι ο ρυθμός με τον οποίο η εσωτερική ενέργεια μετατρέπεται από τον οργανισμό μας σε θερμότητα και έργο – (μετριέται σε kcal/h ή σε Watt).**



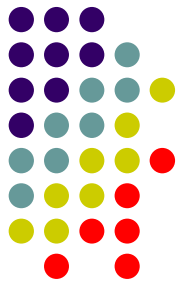
# Ο 2<sup>ος</sup> Θερμοδυναμικός νόμος και το ανθρώπινο σώμα <sup>(1)</sup>



- Ο Sadi Carnot πρότεινε ότι: *«σε μια θερμική μηχανή η κινητήρια δύναμη ή το έργο που γίνεται από το σύστημα, προέρχεται από την ενέργεια που μεταφέρεται από ένα σώμα υψηλής θερμοκρασίας σε ένα άλλο σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας».*



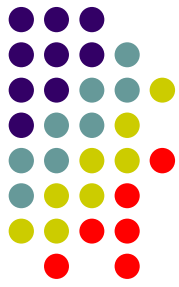
# Ο 2<sup>ος</sup> Θερμοδυναμικός νόμος και το ανθρώπινο σώμα (2)



- Κατά την εφαρμογή του 1<sup>ου</sup> Θ.Δ.Ν, στην περίπτωση μιας αντίδρασης που συμβαίνει κατά τη διάρκεια του μεταβολισμού, δεν μας ενδιαφέρει ο μηχανισμός ή ο «δρόμος» που ακολούθησε αυτή η αντίδραση, μας ενδιαφέρει μόνο η αρχική και η τελική κατάσταση. Στη περίπτωση όμως που θέλουμε να εφαρμόσουμε τον 2<sup>ο</sup> Θ.Δ.Ν πρέπει να ασχοληθούμε και με το ζήτημα της «κατεύθυνσης» προς την οποία θα πάει μια αντίδραση.
- Με τη βοήθεια του 2<sup>ου</sup> Θ.Δ.Ν, της **εντροπίας** και της «ελεύθερης» **ενέργειας Gibbs** μπορούμε να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, καθώς επίσης και για το αν θα συμβεί μια αντίδραση μεταβολισμού.



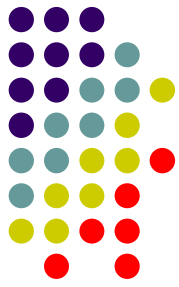
# Ο 2<sup>ος</sup> Θερμοδυναμικός νόμος και το ανθρώπινο σώμα <sup>(3)</sup>



- Για παράδειγμα κατά την αντίδραση οξείδωσης της γλυκόζης ένα συγκεκριμένο ποσό ενέργειας «απελευθερώνεται», επομένως η απόδοση της αντίδρασης δεν είναι 100%.
- Αυτή η ενέργεια που «απελευθερώνεται» έχει τη μορφή θερμότητας, και μας δείχνει την κατεύθυνση προς την οποία θα γίνει η συγκεκριμένη αντίδραση.



# Ο 2<sup>ος</sup> Θερμοδυναμικός νόμος και το ανθρώπινο σώμα (4)



- Για να το καταλάβουμε πιο εύκολα αυτό ας θυμηθούμε τη σχέση που μας έδινε τη μεταβολή της εντροπίας:

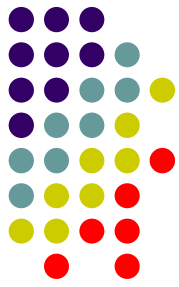
$$dS = \frac{dQ}{T}$$

- και ας την τροποποιήσουμε για την περίπτωση που ενέργεια από το ανθρώπινο σώμα υπό τη μορφή θερμότητας μεταφέρεται στο περιβάλλον, τότε:

$$dS_{\text{περιβάλλοντος}} = -dQ_{\text{σώματος}} / T$$



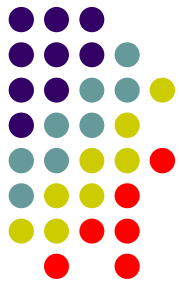
# Ο 2<sup>ος</sup> Θερμοδυναμικός νόμος και το ανθρώπινο σώμα (5)



- Η εξίσωση αυτή μας λέει όταν απελευθερώνεται ενέργεια (υπό τη μορφή θερμότητας) από ένα σώμα (για αυτό υπάρχει και το (-) στη σχέση), η εντροπία του περιβάλλοντος αυξάνεται.
- Μια τέτοια διαδικασία που οδηγεί σε αύξηση της εντροπίας είναι μη αντιστρεπτή και συμβαίνει αυθόρμητα. Ο άνθρωπος και όλοι οι ζωικοί οργανισμοί δέχονται διαρκώς ενέργεια χαμηλής εντροπίας και την αποβάλλουν προς τη κατεύθυνση μεγαλύτερης.



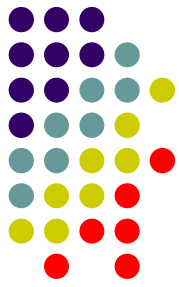
# Ο 2<sup>ος</sup> Θερμοδυναμικός νόμος και το ανθρώπινο σώμα <sup>(6)</sup>



- Η γλυκόζη, που αναφέραμε πιο πριν, αποτελείται από πολύπλοκα οργανικά μόρια με μεγάλη οργάνωση τάξης (**συνεπώς μικρής εντροπίας**), αλλά ακολουθεί αποβολή μεγαλύτερης ποσότητας εντροπίας υπό μορφή θερμότητας ή απλούστερων μορίων (όπως CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) που έχουν μεγαλύτερη εντροπία.
- Θερμοδυναμικώς η ζωή είναι αδύνατη με τροφή απλών μορίων, π.χ. ατόμων άνθρακα, παρά το γεγονός ότι αυτό θα το επέτρεπε ο 1<sup>ος</sup> Θ.Δ.Ν.



# Ο 2<sup>ος</sup> Θερμοδυναμικός νόμος και το ανθρώπινο σώμα (7)



- Η «ελεύθερη» ενέργεια Gibbs (G) ορίζεται από τη σχέση:

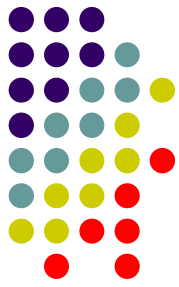
$$G = U - T \cdot S + P \cdot V \rightarrow G = (U + P \cdot V) - T \cdot S \rightarrow G = H - T \cdot S$$

- οι μεταβολές της «ελεύθερης» ενέργειας δίνονται από τη σχέση:

$$dG = dH - T \cdot dS$$

- Αν οι τιμές που παίρνει η dG είναι αρνητικές τότε «εκλύεται» ελεύθερη ενέργεια και η αντίδραση γίνεται, στην αντίθετη περίπτωση (dG>0) η αντίδραση δεν γίνεται.

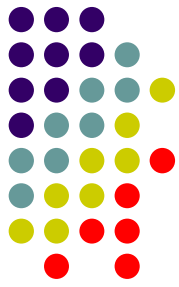




# Διάδοση θερμότητας <sup>(1)</sup>

- Ο λόγος που θα ασχοληθούμε με την διάδοση θερμότητας και τους τρόπους που αυτή γίνεται, είναι γιατί έτσι μπορούμε να πάρουμε αποφάσεις που έχουν να κάνουν με την αποτελεσματική θέρμανση των σπιτιών μας και των κτιρίων, αλλά και γιατί μας βοηθά να καταλάβουμε ζητήματα όπως:
  - γιατί η θερμοκρασία του σώματός μας παραμένει σταθερή;
  - γιατί η θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης είναι περίπου 15<sup>0</sup> C;

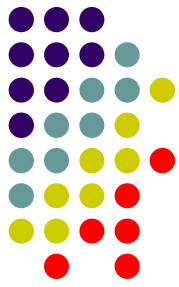




# Διάδοση θερμότητας (2)

- Η θερμότητα μπορεί να διαδοθεί με τους εξής τρόπους:
  - Με αγωγή
  - Με μεταφορά ή με ρεύματα μεταφοράς
  - Με ακτινοβολία
  - Με εξαέρωση (εξάτμιση)





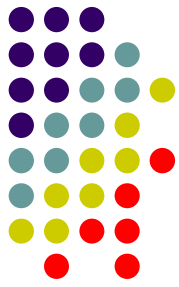
# Διάδοση θερμότητας με αγωγή (1)

- Η αγωγή είναι η διαδικασία μεταφοράς ενέργειας μεταξύ δυο σημείων ή περιοχών ενός υλικού, που βρίσκονται σε διαφορετική θερμοκρασία.
- Η σχέση που μας δίνει το ρυθμό ροής της θερμότητας,  $dQ/dt$ , δίνεται από τη σχέση:

$$H = \frac{dQ}{dt} = -k \cdot A \cdot \frac{T_H - T_C}{L}$$

- η σχέση αυτή ισχύει είτε έχουμε ροή θερμότητας από το ανθρώπινο σώμα προς το περιβάλλον, είτε έχουμε ροή θερμότητας από ένα κτίριο προς το περιβάλλον.



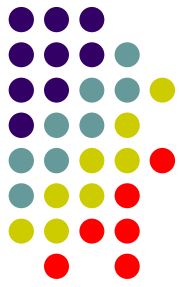


## Διάδοση θερμότητας με αγωγή (2)

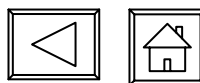
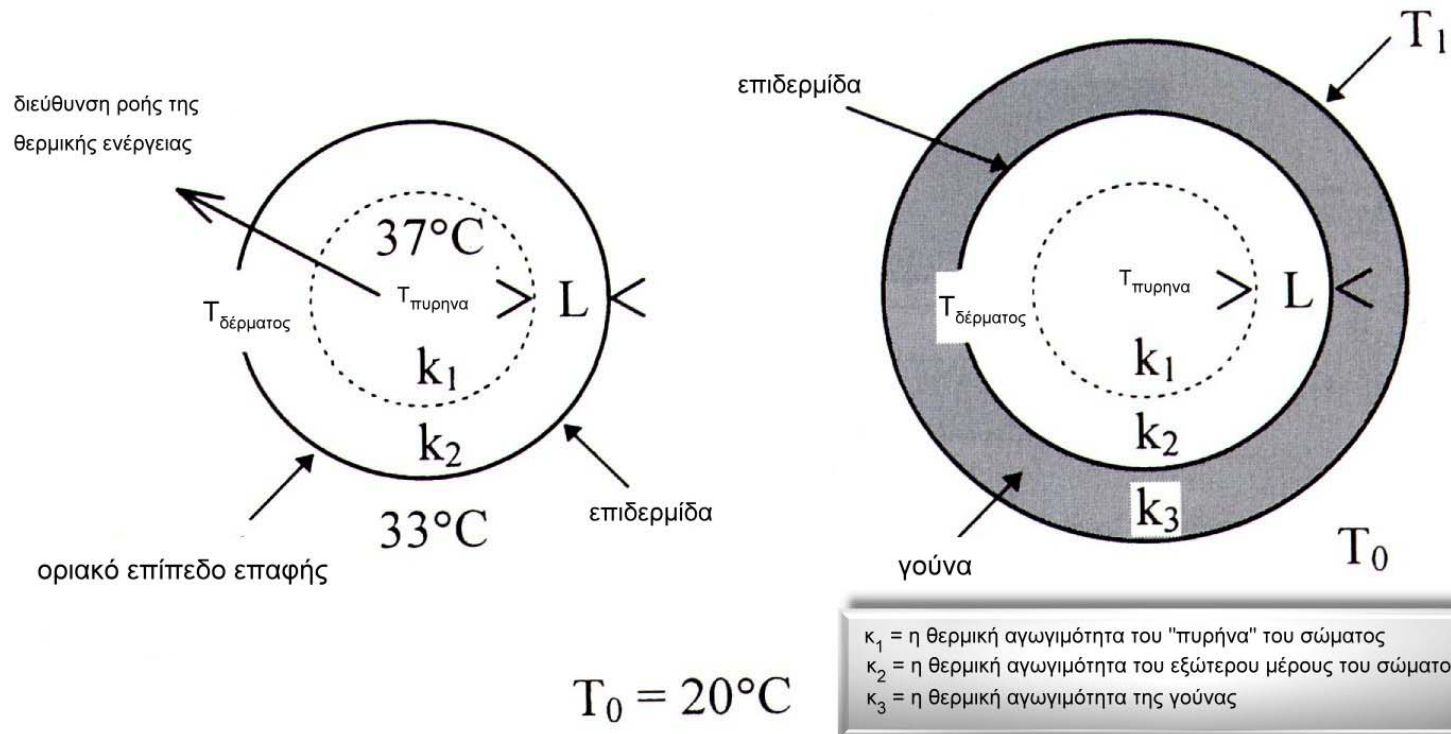
- Ενέργεια μεταφέρεται μέσω αγωγής, από τα κύτταρα στις γειτονικές τους περιοχές λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ των κυττάρων και του περιβάλλοντός τους.
- Επίσης, μέσω αγωγής, θερμική ενέργεια μεταφέρεται από το ανθρώπινο σώμα προς το περιβάλλον. Στους ανθρώπους η ενέργεια μεταφέρεται προς το περιβάλλον, με την παρέμβαση (αλληλεπίδραση) της επιδερμίδας η οποία βρίσκεται σε επαφή με τον αέρα αλλά και με την παρέμβαση των ρούχων που φοράμε.
- Εάν φτιάξουμε ένα μοντέλο, σύμφωνα με το οποίο το ανθρώπινο σώμα ή το σώμα κάποιο ζώου μοιάζει με κύλινδρο, μπορούμε να εφαρμόσουμε τη σχέση που μας δίνει το  $dQ/dt$ , για να υπολογίσουμε την αγωγή θερμότητας από το σώμα τους στο περιβάλλον.



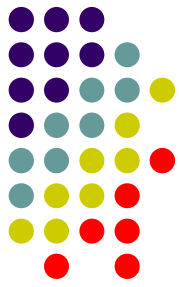
# Διάδοση θερμότητας με αγωγή (3)



- Το ίδιο μοντέλο μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε για να υπολογίσουμε τη ροή ενέργειας διαμέσου των ρούχων που φοράμε και το οποία μας κρατούν ζεστούς



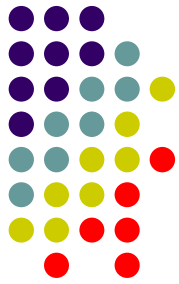
# Διάδοση θερμότητας με ρεύματα μεταφοράς <sup>(1)</sup>



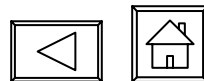
- μπορούμε να πούμε ότι μεταφορά είναι η διάδοση θερμότητας λόγω μετακίνησης της μάζας ενός ρευστού από μια περιοχή του χώρου σε μια άλλη.
- Αν το ρευστό ανακυκλώνεται με κάποια αντλία, η διαδικασία αποτελεί **εξαναγκασμένη μεταφορά**, ενώ αν η ροή προκαλείται από διαφοροποιήσεις πυκνότητας που δημιουργεί κάποια θερμική διαστολή, όπως η ανύψωση του θερμού αέρα, η διαδικασία ονομάζεται **φυσική ή ελεύθερη μεταφορά**.
- Γνωστά παραδείγματα διάδοσης θερμότητας με ρεύματα μεταφοράς είναι:
  - η θέρμανση του σώματός μας με τη ροή του αίματος.
  - τα συστήματα θέρμανσης των κτιρίων με ζεστό αέρα ή ζεστό νερό.
  - το σύστημα ψύξης της μηχανής ενός αυτοκινήτου.
  - διαμόρφωση καιρικών και κλιματολογικών καταστάσεων.



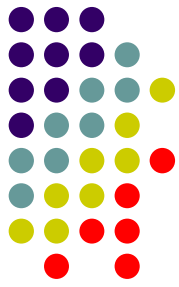
# Διάδοση θερμότητας με ρεύματα μεταφοράς (2)



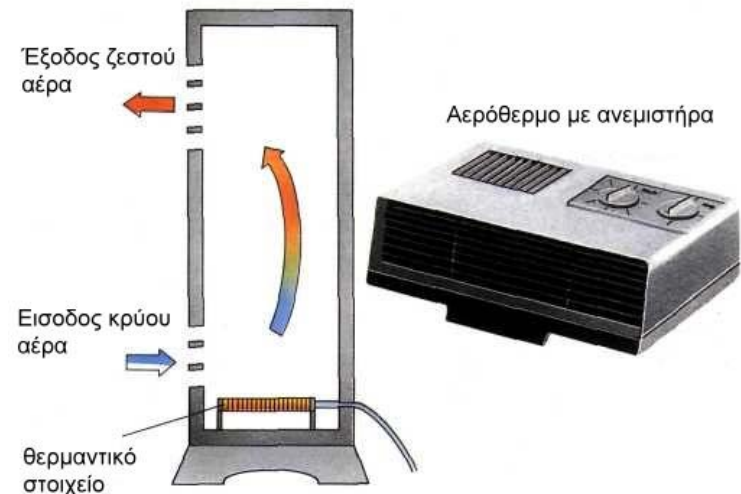
- Ο πιο σημαντικός μηχανισμός διάδοσης της θερμότητας στο ανθρώπινο σώμα – αναγκαίος για τη διατήρηση της σχεδόν σταθερής θερμοκρασίας του ανεξάρτητα από το περιβάλλον – είναι η εξαναγκασμένη μεταφορά του αίματος, χάρη στη λειτουργία της καρδιάς ως αντλίας.



# Διάδοση θερμότητας με ρεύματα μεταφοράς (3)



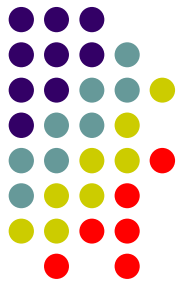
- Σε ένα **αερόθερμο** η αντίσταση – θερμαντικό στοιχείο – ζεσταίνει τον αέρα που βρίσκεται γύρω του. Ο ζεστός αέρας ανυψώνεται και διασκορπίζεται στο δωμάτιο, ενώ τη θέση του παίρνει κρύος αέρας, ο οποίος μπαίνει στο αερόθερμο. Με αυτό τον τρόπο σταδιακά όλος ο αέρας του δωματίου περνά από το αερόθερμο και ζεσταίνεται. Πολλά αερόθερμα για πιο εύκολη και γρήγορη κυκλοφορία του αέρα χρησιμοποιούν ανεμιστήρα, που βρίσκεται τοποθετημένος στην πάνω τους μεριά.



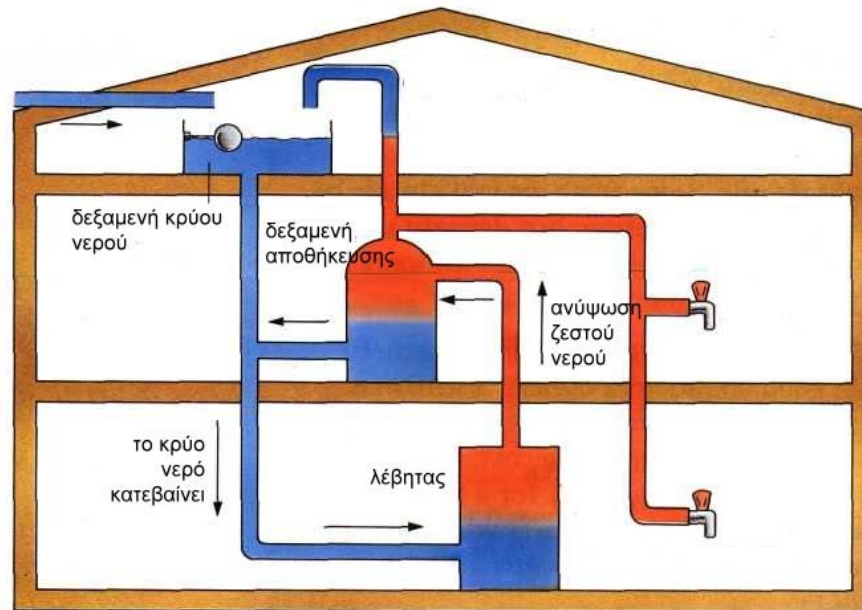
Εικόνα 24: Αερόθερμο



# Διάδοση θερμότητας με ρεύματα μεταφοράς (4)



- Με ρεύματα μεταφοράς λειτουργεί και σύστημα **κεντρικής θέρμανσης**.

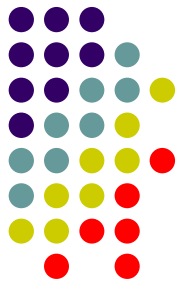


Εικόνα 25: Το νερό που ζεσταίνεται στον λέβητα κυκλοφορεί με τη βοήθεια ρευμάτων μεταφοράς

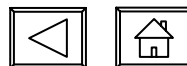
**Πατήστε πάνω στην εικόνα για να δείτε το video**



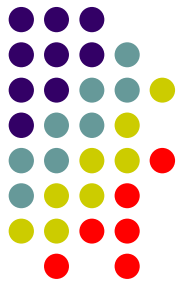
# Διάδοση θερμότητας με ρεύματα μεταφοράς (5)



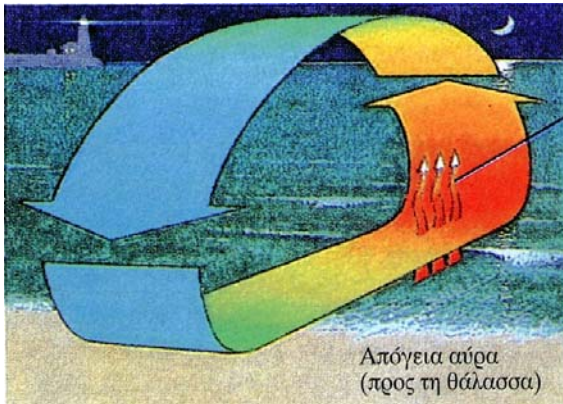
- Ας δούμε τους μηχανισμούς διάδοσης της θερμότητας.  
Έχουμε μεταφορά θερμότητας λόγω του θερμού νερού που κυκλοφορεί στις σωληνώσεις το θερμό σώμα του καλοριφέρ θερμαίνει τον αέρα που το περιβάλλει με δυο τρόπους:
  - α) με αγωγή, γιατί τα μόρια του αέρα βρίσκονται σε επαφή με το θερμό σώμα
  - β) ακτινοβολώντας θερμότητα.
- Στη συνέχεια, η θερμότητα, διαδίδεται σε όλο το χώρο με ρεύματα μεταφοράς. Το κρύο νερό επιστρέφει δια μέσου των σωληνώσεων στο λέβητα και ξαναζεσταίνεται σε μία διαδικασία που επαναλαμβάνεται, όσο λειτουργεί ο καυστήρας και όσο υπάρχει πετρέλαιο!



# Διάδοση θερμότητας με ρεύματα μεταφοράς (6)



- Η διάδοση θερμότητας με μεταφορά παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση καιρικών καταστάσεων, ειδικά δε στους ωκεανούς αποτελεί έναν σημαντικό μηχανισμό διάδοσης θερμότητας σε γεωφυσική κλίμακα.

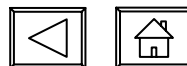


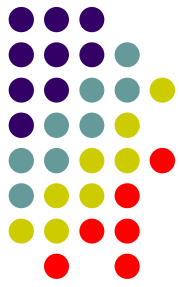
Το νερό είναι θερμότερο από την ξηρά.



Η ξηρά είναι θερμότερη από το νερό.

**Πατήστε πάνω στις εικόνες για να δείτε τα αντίστοιχα video**



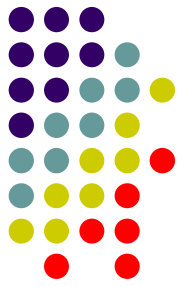


# Διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία (1)

- Η διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία παίζει σημαντικό ρόλο στο ισοζύγιο ενέργειας. Είναι η διαδικασία με την οποία ενέργεια με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων μεταφέρεται από το ένα σημείο στο άλλο, χωρίς να απαιτείται κάποιο μέσο για αυτή τη μεταφορά.
- Όλα ανεξαιρέτως τα σώματα στις συνήθεις θερμοκρασίες εκπέμπουν αλλά και απορροφούν ενέργεια με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.
- ο **τελικός** ρυθμός ακτινοβολίας από ένα σώμα σε θερμοκρασία  $T$  με το περιβάλλον του σε θερμοκρασία  $T_{\pi}$ , είναι:

$$H_{\text{τελ}} = A \cdot e \cdot \sigma \cdot T^4 - A \cdot e \cdot \sigma \cdot T_{\pi}^4$$





## Διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία (2)



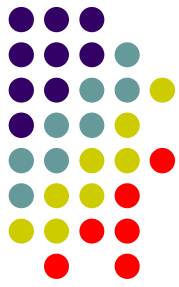
Εκπομπή θερμικής ενέργειας  
μέσω ακτινοβολίας από μια οικία



Εκπομπή θερμικής ενέργειας  
μέσω ακτινοβολίας από έναν  
άνθρωπο.



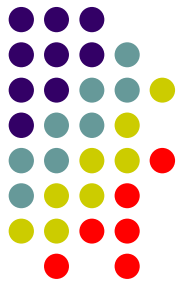
# Διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία (3)



- Ο άνθρωπος εκπέμπει υπέρυθρη ακτινοβολία με μήκη κύματος μεταξύ 90 και 200μm.
- **Το χρώμα των ρούχων και η διατήρηση της θερμοκρασίας**
  - Το σώμα μας αλληλεπιδρά θερμικά με το περιβάλλον εκπέμποντας και απορροφώντας θερμότητα μέσω ακτινοβολίας.
  - Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι μικρότερη από 37 °C, που είναι η θερμοκρασία του σώματός μας, τότε εκπέμπουμε ακτινοβολία. Στην αντίθετη περίπτωση την απορροφούμε.
  - Το αν μια επιφάνεια εκπέμπει ή απορροφά θερμότητα εξαρτάται από το αν η θερμοκρασία της είναι υψηλότερη ή χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.
    - Αν η επιφάνεια είναι θερμότερη από τον γύρω αέρα, θα είναι καθαρός πομπός, και θα κρυώσει.
    - Αν πάλι είναι πιο κρύα θα είναι καθαρός δέκτης και θα ζεσταθεί.



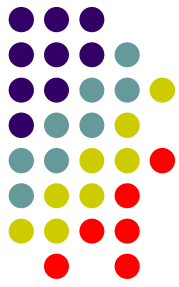
# Διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία (4)



- Το χρώμα της επιφάνειας παίζει ένα καθοριστικό ρόλο στην ικανότητα εκπομπής.
- Το μαύρο χρώμα για παράδειγμα χαρακτηρίζει ένα καλό απορροφητή. Το λευκό όχι. Έτσι, το καθαρό χιόνι ανακλά πολύ καλά τις ακτίνες του ήλιου, και γι αυτό λιώνει πιο δύσκολα απ' ότι το βρόμικο χιόνι που απορροφά εντονότερα την ακτινοβολία του ήλιου.



# Διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία (5)

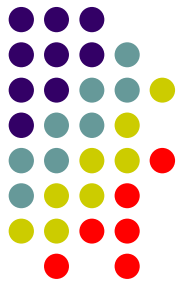


## Γιατί οι Βεδουίνοι και οι Εσκιμώοι φορούν λευκά ρούχα;

- Στην έρημο, όπου επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες, πολλές φορές πάνω από 40 °C, οι άνθρωποι επιδιώκουν να μειώσουν το ποσό της απορροφούμενης θερμότητας μέσω ακτινοβολίας, για να μην ζεσταίνονται.
- Στους πόλους, όπου επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες, οι άνθρωποι επιδιώκουν να μειώσουν το ποσό της εκπεμπόμενης θερμότητας μέσω ακτινοβολίας, για να μην κρυώνουν.
- Οι λευκές επιφάνειες εκπέμπουν μικρότερα ποσά ενέργειας από οποιοδήποτε άλλο χρώμα, δηλαδή το λευκό βοηθά στη μείωση του ποσού θερμότητας που εξέρχεται ή εισέρχεται στο σώμα με το μηχανισμό της ακτινοβολίας. Η ιδιότητά του αυτή το καθιστά ιδανικό χρώμα για την ενδυμασία τόσο των Βεδουίνων στην έρημο όσο και των Εσκιμώων στους πόλους.



# Διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία (6)



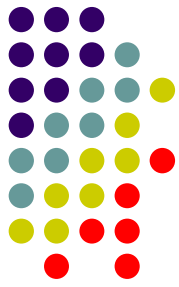
## Πώς κρατάμε ζεστό το θερμοκήπιο μέσα στην παγωνιά του χειμώνα;

- Στα θερμοκήπια καλλιεργούμε φυτά (ντομάτες, φράουλες, λουλούδια κ.ά.) που δεν αντέχουν στο κρύο του χειμώνα. Πώς κρατάμε ζεστό το θερμοκήπιο μέσα στην παγωνιά του χειμώνα;
  - Η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά τα διαφανή, γυάλινα ή πλαστικά, τοιχώματά του και απορροφάται από το έδαφος. Το έδαφος εκπέμπει ξανά μέρος της θερμότητας, που απορρόφησε, αλλά αυτή τη φορά με ακτινοβολία μεγαλύτερου μήκους κύματος, η οποία δεν μπορεί να διαπεράσει τα τοιχώματα του θερμοκηπίου και παγιδεύεται μέσα στο χώρο του, διατηρώντας τη θερμοκρασία του υψηλότερη από αυτήν του περιβάλλοντος.



# Διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία (7)

## Το θερμοκήπιο Γη (1)

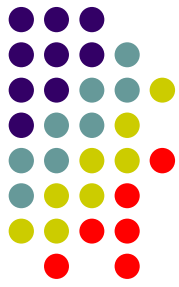


- ... αν η Γη δεν είχε ατμόσφαιρα...
  - Η επιφάνεια της Γης απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία και εκπέμπει ένα μέρος της ξανά στο διάστημα. Αν η Γη δεν είχε ατμόσφαιρα, η ακτινοβολία του εδάφους δεν θα παγιδευόταν και θα διέφευγε στο διάστημα. Τότε η μέση θερμοκρασία του πλανήτη μας θα ήταν περίπου -22 °C.



# Διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία (7)

## Το θερμοκήπιο Γη (2)

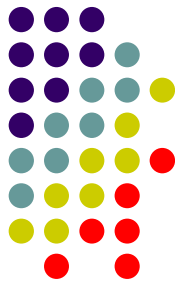


### ● ... Όμως η Γη έχει ατμόσφαιρα...

- Η μέση θερμοκρασία της Γης είναι  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  μέσα στην παγωνιά του διαστήματος. Η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά το διαφανές στρώμα της ατμόσφαιρας, που περιβάλλει τη Γη, και απορροφάται από το έδαφος.
- Το έδαφος εκπέμπει ξανά μέρος της θερμότητας η οποία, όμως, δεν φεύγει πάλι στο διάστημα. Παγιδεύεται από τα αέρια που περιέχει η ατμόσφαιρα - διοξείδιο του άνθρακα, υδρατμούς, οξείδια του αζώτου, μεθάνιο.



# Μειώνοντας τα έξοδα θέρμανσης (1)

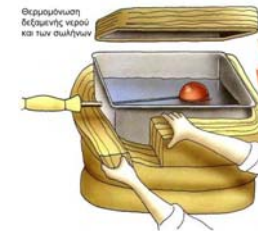


- Για να μπορέσουμε να μειώσουμε τα χρήματα που δαπανούμε για τη θέρμανση ενός κτιρίου, θα πρέπει όσον αφορά τη μόνωση να κάνουμε τα εξής:

- **Να ελαχιστοποιήσουμε τα ρεύματα:** που δημιουργούνται γύρω από πόρτες και παράθυρα.
- **Να επενδύσουμε τους σωλήνες μεταφοράς του νερού και την δεξαμενή νερού με μονωτικό υλικό.**
- **Να μονώσουμε τη στέγη του κτιρίου:** για να εμποδίσουμε τον θερμό αέρα, που γίνεται πιο ελαφρύς και ανεβαίνει, να διαφύγει μέσω της στέγης.



πρέπει να υπάρχει εξασρισμός, αλλά αυτό πλέον καταντά ασταίο!!!!

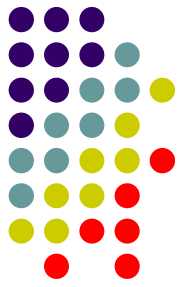


Θερμομόνωση δεξαμενής νερού και των σωλήνων



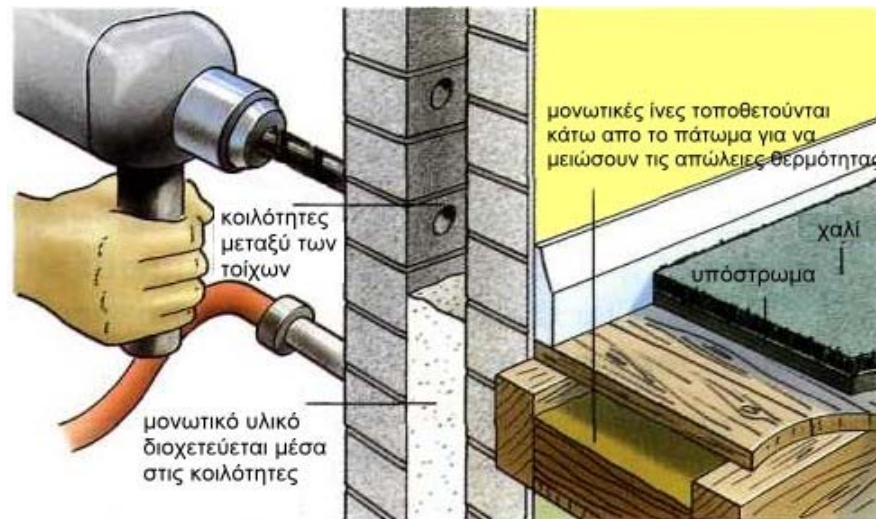
η θερμομόνωση της στέγης μειώνει τις απώλειες θερμότητας από την οροφή



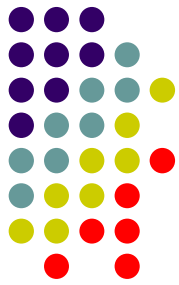


## Μειώνοντας τα έξοδα θέρμανσης (2)

- **Να μονώσουμε τους τοίχους:** οι κοιλότητες των τοίχων στα μοντέρνα σπίτια αποτελούνται από διπλούς τοίχους με τούβλα που ανάμεσά τους υπάρχει αέρας. Για να εμποδίσουμε τη δημιουργία ρευμάτων μεταφοράς γεμίζουμε την κοιλότητα με θερμομονωτικά υλικά όπως π.χ. αφρώδες πλαστικό και ορυκτοβάμβακα.

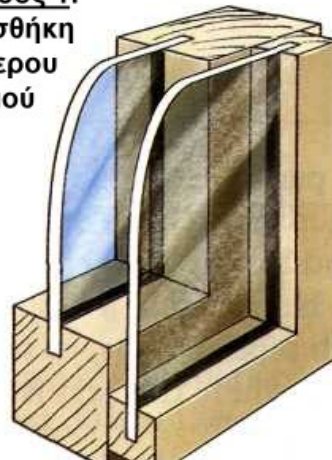


# Μειώνοντας τα έξοδα θέρμανσης (3)



- **Να μονώσουμε τα πατώματα:** να καλύψουμε τα πατώματα με μοκέτες, αφού προηγουμένως έχουμε βάλει από κάτω σαν υπόστρωμα θερμομονωτικό υλικό.
- **Να χρησιμοποιούμε παράθυρα με διπλά τζάμια:** δηλαδή ένα παράθυρο με διπλά τζάμια που ανάμεσά τους έχει ένα στρώμα αέρα.

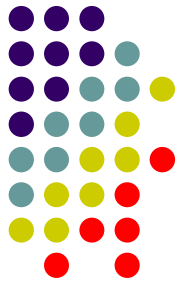
**μέθοδος 1:**  
προσθήκη  
δεύτερου  
τζαμιού



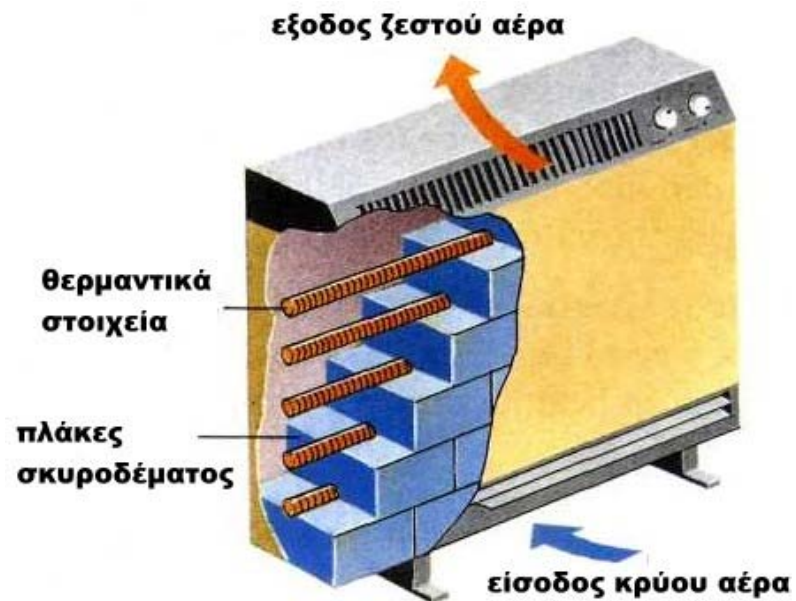
**μέθοδος 2:** τα παράθυρα  
αντικαθίστανται με ειδικά  
διπλά παράθυρα

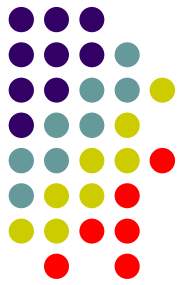


# Μειώνοντας τα έξοδα θέρμανσης (4)



- Να χρησιμοποιούμε θερμοσυσσωρευτές





# Μειώνοντας τα έξοδα θέρμανσης (5)

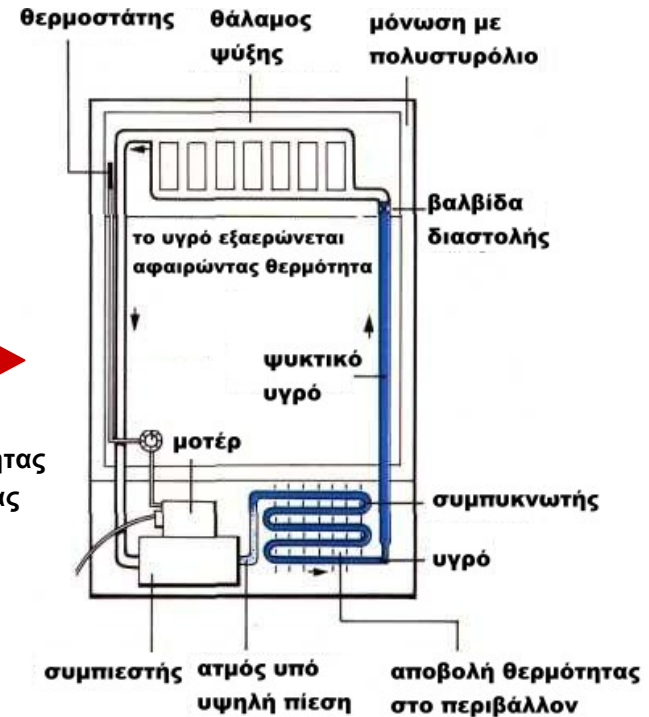
- Να χρησιμοποιούμε αντλίες θερμότητας



Ροή ενέργειας σε μια αντλία θερμότητας



Παράδειγμα αντλίας Θερμότητας που έχουμε όλοι τα σπίτια μας





ΤΕΛΟΣ

