

## Καταστάσεις των υλικών

## Τι πρέπει να γνωρίζετε

1. Τα υλικά μπορούν να βρίσκονται σε τρεις διαφορετικές **φυσικές καταστάσεις**:

- **τη στερεή (s)** π.χ. σίδηρος, ξύλο, πάγος, μάρμαρο.
- **την υγρή (ℓ)** π.χ. νερό, λάδι, βενζίνη, οινόπνευμα.
- **την αέρια (g)** π.χ. υδρατμοί, οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα.

(s): solid = στερεό  
(ℓ): liquid = υγρό  
(g): gas = αέριο

2. Ποια χαρακτηριστικά έχουν τα στερεά, τα υγρά και τα αέρια;

	Στερεά (s)	Υγρά (ℓ)	Αέρια (g)
<i>Μάζα</i>	ορισμένη	ορισμένη	ορισμένη
<i>Όγκος</i>	ορισμένος	ορισμένος	μεταβαλλόμενος
<i>Σχήμα</i>	ορισμένο	μεταβαλλόμενο	μεταβαλλόμενο

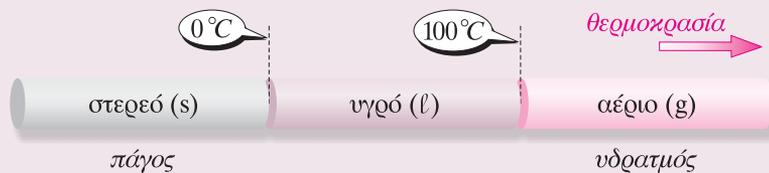
3. Οι **παράγοντες** που καθορίζουν τη **φυσική κατάσταση** ενός υλικού είναι:

η **θερμοκρασία** και η **πίεση**

Ένα υλικό μπορεί να μετατρέπεται από μια φυσική κατάσταση σε μια άλλη αν μεταβληθούν η θερμοκρασία, η πίεση ή και τα δύο ταυτόχρονα.

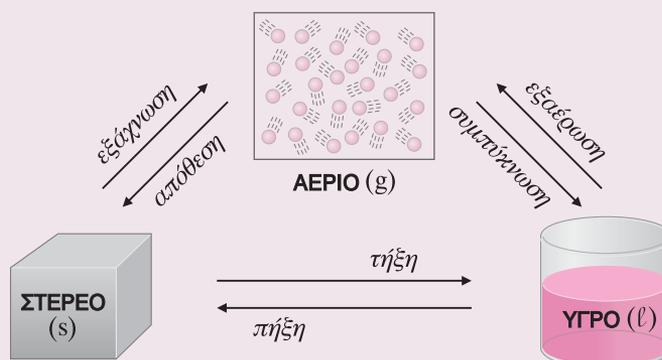
**Παραδείγματα**

α) Το νερό ( $H_2O$ ) είναι μια χημική ουσία που υπάρχει και στις τρεις φυσικές καταστάσεις: πάγος - υγρό - υδρατμός. Σε σταθερή πίεση 1 atm, ανάλογα με τη θερμοκρασία, ισχύει:



β) Το βουτάνιο, που χρησιμοποιείται ως καύσιμο, μέσα στα γκαζάκια βρίσκεται σε υψηλή πίεση και έτσι είναι υγρό. Όταν όμως ανοίγουμε τη στρόφιγγα, διαφεύγει από τη φιάλη στην ατμόσφαιρα, όπου η πίεση είναι μικρότερη, και μετατρέπεται σε αέριο.

#### 4. Μεταβολές της φυσικής κατάστασης των υλικών.



- Η **συμπύκνωση** (αέριο → υγρό) ονομάζεται και **υγροποίηση**.
- Η **εξάερωση** (υγρό → αέριο) μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:
  - με **εξάτμιση**: εξάερωση από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.
  - με **βρασμό**: εξάερωση απ' όλη τη μάζα του υγρού.

#### 5. Σημείο τήξης (Σ.Τ.) ενός στερεού είναι η σταθερή θερμοκρασία στην οποία τήκεται (ρευστοποιείται) ένα στερεό.

**Σημείο ζέσης (Σ.Ζ.)** ή **σημείο βρασμού** ενός υγρού είναι η σταθερή θερμοκρασία στην οποία βράζει ένα υγρό.

#### Παράδειγμα

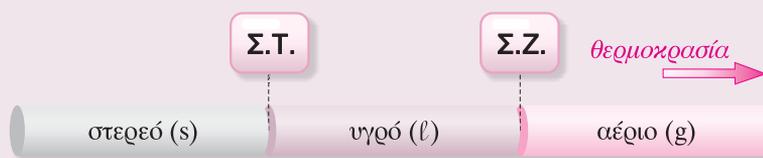
- Σε πίεση 1 atm, το σημείο τήξης του πάγου είναι  $0^{\circ}\text{C}$  και το σημείο ζέσης του νερού είναι  $100^{\circ}\text{C}$ .

Το σημείο τήξης ενός στερεού και το σημείο ζέσης ενός υγρού **εξαρτώνται από την πίεση**. Όταν η πίεση αυξάνεται και το σημείο ζέσης του υγρού αυξάνεται, ενώ όταν η πίεση ελαττώνεται και το σημείο ζέσης του υγρού ελαττώνεται.

### Παράδειγμα

Το νερό μέσα στη χύτρα ταχύτητας ( $P > 1 \text{ atm}$ ) βράζει σε θερμοκρασία υψηλότερη από  $100^\circ\text{C}$ , ενώ στην κορυφή του Ολύμπου ( $P < 1 \text{ atm}$ ) βράζει σε θερμοκρασία χαμηλότερη από  $100^\circ\text{C}$ .

6. Μεταβολή της φυσικής κατάστασης ενός υλικού με τη θερμοκρασία. Όταν η πίεση παραμένει σταθερή ( $P = 1 \text{ atm}$ ) και μεταβάλλεται η θερμοκρασία, τα υλικά μπορούν να αλλάξουν φυσική κατάσταση.
- Σε θερμοκρασία χαμηλότερη από το σημείο τήξης ( $\Sigma.Τ.$ ) οι ουσίες είναι σε στερεή κατάσταση.
  - Σε θερμοκρασία μεταξύ του σημείου τήξης ( $\Sigma.Τ.$ ) και του σημείου ζέσης ( $\Sigma.Ζ.$ ) οι ουσίες είναι σε υγρή κατάσταση.
  - Σε θερμοκρασία υψηλότερη από το σημείο ζέσης ( $\Sigma.Ζ.$ ) οι ουσίες είναι σε αέρια κατάσταση.



## Ερωτήσεις θεωρίας

### 2.1 Ποια χαρακτηριστικά έχουν τα στερεά, τα υγρά και τα αέρια;

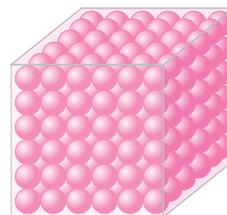
#### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των υλικών με βάση τα οποία διακρίνουμε τις τρεις φυσικές καταστάσεις είναι ο **όγκος** και το **σχήμα**.

Τα **στερεά** έχουν ορισμένη μάζα, **ορισμένο όγκο** και **συγκεκριμένο σχήμα**.

Ο όγκος τους δεν μεταβάλλεται με τη μεταβολή της πίεσης (ασυμπίεστα), ενώ μεταβάλλεται ελάχιστα με τη μεταβολή της θερμοκρασίας (διαστολή και συστολή).

Τα δομικά σωματίδια βρίσκονται σε μικρές αποστάσεις μεταξύ τους και έχουν πολύ μικρή κινητικότητα (πλήρης τάξη).



Στερεά: ορισμένος όγκος και σχήμα.

Τα υγρά έχουν ορισμένη μάζα και **ορισμένο όγκο**, ενώ το **σχήμα** τους είναι **μεταβλητό**: παίρνουν κάθε φορά το **σχήμα του δοχείου** το οποίο τα περιέχει.

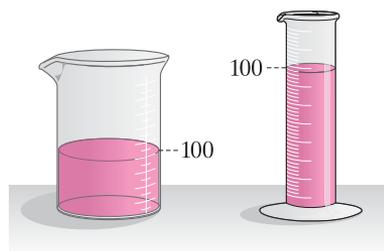
Ο όγκος τους πρακτικά δεν μεταβάλλεται με αλλαγή της πίεσης (ασυμπίεστα), ενώ μεταβάλλεται ελάχιστα με την αλλαγή της θερμοκρασίας.

Τα δομικά σωματίδια βρίσκονται σε σχετικά μικρές αποστάσεις μεταξύ τους και έχουν μικρή κινητικότητα (μεγαλύτερη όμως από τα στερεά).

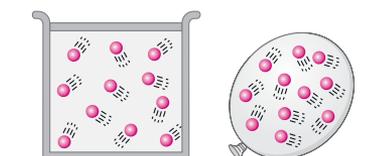
Τα **αέρια** έχουν ορισμένη μάζα, ενώ έχουν **μεταβλητό όγκο και σχήμα**. Παίρνουν κάθε φορά τον **όγκο και το σχήμα του δοχείου** το οποίο τα περιέχει.

Ο όγκος των αερίων μεταβάλλεται σημαντικά αν μεταβληθεί η θερμοκρασία ή και η πίεση (συμπίεστά). Με αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται ο όγκος, ενώ με αύξηση της πίεσης ελαττώνεται ο όγκος του αερίου.

Τα δομικά σωματίδια βρίσκονται σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις μεταξύ τους και έχουν μεγάλη κινητικότητα (πλήρης αταξία).



Υγρά: ορισμένος όγκος ( $V = 100 \text{ mL}$ ), μεταβλητό σχήμα.



Αέρια: μεταβλητός όγκος και σχήμα.

## 2.2 Ποιο φαινόμενο ονομάζεται τήξη και ποιο πήξη;

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

**Τήξη** ονομάζεται η μετατροπή ενός στερεού σε υγρό.

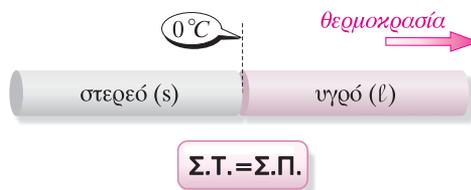
**Σημείο τήξης (Σ.Τ. ή  $T_f$ )** ονομάζεται η σταθερή θερμοκρασία στην οποία τήκεται (ρυστοποιείται) ένα στερεό. Το σημείο τήξης είναι **χαρακτηριστική σταθερά** για κάθε ουσία. Για παράδειγμα, σε πίεση 1 atm, το σημείο τήξης του πάγου ( $\text{H}_2\text{O}$ ) είναι  $0^\circ\text{C}$ .

- Τα υλικά που έχουν χαμηλό σημείο τήξης ονομάζονται εύτηκτα, ενώ αυτά που έχουν υψηλό σημείο τήξης ονομάζονται δύστηκτα.
- Το σημείο τήξης μιας ουσίας δεν επηρεάζεται σημαντικά από την εξωτερική πίεση (συνήθως αναφέρεται σε  $P = 1 \text{ atm}$ ).

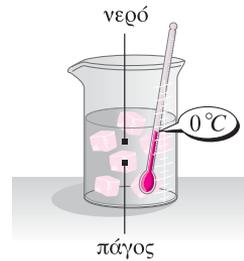
**Πήξη** ονομάζεται η μετατροπή ενός υγρού σε στερεό.

**Σημείο πήξης (Σ.Π.)** ονομάζεται η σταθερή θερμοκρασία στην οποία πήζει ένα υγρό. Για παράδειγμα, σε πίεση 1 atm, το σημείο πήξης του νερού ( $\text{H}_2\text{O}$ ) είναι  $0^\circ\text{C}$ .

- Το σημείο τήξης συμπίπτει με το σημείο πήξης της ίδιας ουσίας. Για παράδειγμα, ο πάγος ( $\text{H}_2\text{O}$ ) τήκεται στους  $0^\circ\text{C}$  και το υγρό νερό ( $\text{H}_2\text{O}$ ) πήζει στους  $0^\circ\text{C}$ .



- ❑ Κατά τη διάρκεια του φαινομένου της τήξης ή της πήξης μιας ουσίας η θερμοκρασία παραμένει σταθερή.
- ❑ Στο σημείο τήξης ενός στερεού (ή στο σημείο πήξης του υγρού) συνυπάρχουν η στερεή και η υγρή κατάσταση της ουσίας.



## 2.3 Τι είναι η εξαέρωση ενός υγρού και με ποιους τρόπους πραγματοποιείται;

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

**Εξαέρωση** ονομάζεται η μετατροπή μιας ουσίας από την υγρή στην αέρια κατάσταση. Η εξαέρωση ενός υγρού μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

με εξάτμιση και με βρασμό

**Εξάτμιση** είναι η μετατροπή ενός υγρού σε αέριο όταν πραγματοποιείται μόνο από την *ελεύθερη επιφάνεια του υγρού*.

Η εξάτμιση ενός υγρού πραγματοποιείται σε οποιαδήποτε θερμοκρασία, χαμηλότερη από το σημείο ζέσης του υγρού. Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του υγρού, τόσο πιο γρήγορα εξατμίζεται.

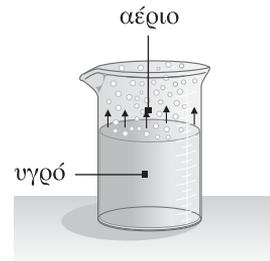
Όλα τα υγρά εξατμίζονται. Τα υγρά τα οποία εξατμίζονται εύκολα σε χαμηλή θερμοκρασία, ονομάζονται **πτητικά** (π.χ. οινόπνευμα, βενζίνη, αιθέρας), ενώ τα υγρά που εξατμίζονται δύσκολα ονομάζονται μη πτητικά (π.χ. λάδι).

**Βρασμός** ονομάζεται η μετατροπή ενός υγρού σε αέριο όταν πραγματοποιείται **απ' όλη τη μάζα του υγρού** με τη μορφή φυσαλίδων.

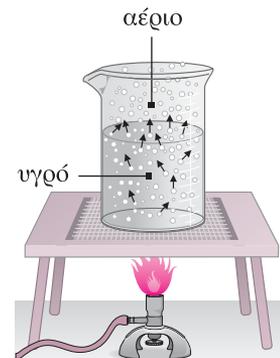
**Σημείο ζέσης ( $\Sigma.Z.$  ή  $T_b$ ) ή σημείο βρασμού** ονομάζεται η σταθερή θερμοκρασία στην οποία βράζει ένα υγρό.

Το σημείο ζέσης είναι **χαρακτηριστική σταθερά** για κάθε ουσία. Για παράδειγμα, σε πίεση 1 atm, το νερό ( $H_2O$ ) έχει σημείο ζέσης  $\theta = 100^\circ C$ .

- Οι φυσαλίδες που δημιουργούνται κατά το βρασμό του νερού αποτελούνται από υδρατμούς.



Εξάτμιση νερού σε  $\theta = 25^\circ C$ .



Βρασμός νερού σε  $\theta = 100^\circ C$  ( $P = 1 atm$ ).

## 2.4 Από τι εξαρτάται το σημείο τήξης ενός στερεού και το σημείο ζέσης ενός υγρού;

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Το σημείο τήξης ενός στερεού και το σημείο ζέσης ενός υγρού εξαρτώνται από την *πίεση* που επικρατεί.

- Όταν *αυξάνεται η πίεση* στην επιφάνεια του υγρού, *αυξάνεται και το σημείο ζέσης του υγρού*. Παρόμοια, όταν ελαττώνεται η πίεση, ελαττώνεται και το σημείο ζέσης του υγρού.

### Παράδειγμα

Το νερό στην επιφάνεια της θάλασσας ( $P = 1 \text{ atm}$ ) έχει σημείο ζέσης  $\theta = 100^\circ\text{C}$ .

Σ' ένα **ψηλό βουνό** (π.χ. στην κορυφή του Ολύμπου) η ατμοσφαιρική πίεση είναι μικρότερη από  $1 \text{ atm}$ , οπότε το νερό βράζει σε θερμοκρασία *χαμηλότερη από  $100^\circ\text{C}$*  (π.χ. στους  $90^\circ\text{C}$ ).

Αντίθετα, μέσα στη *χύτρα ταχύτητας* η πίεση είναι μεγαλύτερη από  $1 \text{ atm}$  (επειδή δεν αφήνουμε τους υδρατμούς να διαφεύγουν), οπότε το νερό βράζει σε θερμοκρασία *υψηλότερη από  $100^\circ\text{C}$*  (περίπου  $120^\circ\text{C}$ ). Γι' αυτό στη χύτρα ταχύτητας το φαγητό μαγειρεύεται πιο γρήγορα.

## 2.5 Τι ονομάζεται συμπύκνωση ή υγροποίηση ενός αερίου;

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

*Συμπύκνωση* ή *υγροποίηση* ενός αερίου ονομάζεται η μετατροπή ενός αερίου σε υγρό. Η υγροποίηση ενός αερίου πραγματοποιείται με:

- ελάττωση της θερμοκρασίας (*ψύξη*),
- αύξηση της πίεσης (*συμπίεση*).

### Παραδείγματα

- α) Η ατμόσφαιρα περιέχει υδρατμούς. Ορισμένες νύχτες που έχει κρύο οι υδρατμοί έρχονται σ' επαφή με το έδαφος και υγροποιούνται. Έτσι το πρωί ο δρόμος φαίνεται βρεγμένος, χωρίς όμως να έχει βρέξει.
- β) Αν βγάλουμε ένα παγωμένο μεταλλικό κουτί με αναψυκτικό από το ψυγείο και το αφήσουμε στο τραπέζι, στην εξωτερική του επιφάνεια σχηματίζονται σταγόνες. Οι σταγόνες αυτές προέρχονται από τη συμπύκνωση των υδρατμών της ατμόσφαιρας.
- γ) Το προπάνιο είναι ένα καύσιμο το οποίο στη συνηθισμένη θερμοκρασία είναι αέριο. Στους αναπτήρες όμως το προπάνιο είναι σε υγρή κατάσταση λόγω της υψηλής πίεσης υπό την οποία βρίσκεται.

## 2.6 Τι ονομάζεται εξάχνωση;

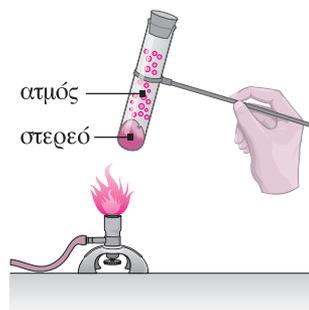
### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

*Εξάχνωση* ονομάζεται η μετατροπή ενός **στερεού απευθείας σε αέριο**, χωρίς να περάσει από την υγρή κατάσταση.

Παραδείγματα στερεών που εξαχνώνονται είναι το **ιώδιο**, η **ναφθαλίνη**, η **καμφορά** (που βάζουμε στα μάλλινα ρούχα για προστασία από το σκώρο) και ο ξηρός πάγος (στερεό διοξείδιο του άνθρακα) που χρησιμοποιείται ως ψυκτικό.

**Απόθεση** ονομάζεται η μετατροπή ενός αερίου απευθείας σε στερεό, χωρίς να περάσει από την υγρή κατάσταση.

Για παράδειγμα, πολλά χειμωνιάτικα πρωινά παρατηρούμε ότι οι κήποι είναι γεμάτοι από μικροκρυστάλλους που ονομάζονται **πάχνη**. Η πάχνη είναι στερεός πάγος που σχηματίστηκε από τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας με απόθεση.



Εξάχνωση ιωδίου με ελαφρά θέρμανση.

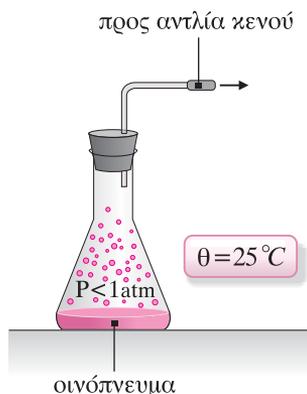
**2.7** Σε μια κλειστή κωνική φιάλη περιέχεται οινόπνευμα σε θερμοκρασία  $25^\circ\text{C}$ . Πώς είναι δυνατόν να γίνει βρασμός του οινοπνεύματος χωρίς να το θερμάνουμε;

Δίνεται ότι το οινόπνευμα έχει σημείο ζέσης  $78^\circ\text{C}$  σε  $P = 1 \text{ atm}$ .

#### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Το σημείο ζέσης ενός υγρού εξαρτάται από την πίεση που επικρατεί στην επιφάνειά του. Αρχικά η πίεση στο εσωτερικό της φιάλης είναι  $P = 1 \text{ atm}$ , οπότε το οινόπνευμα βράζει στους  $78^\circ\text{C}$ . Για να βράσει το οινόπνευμα στους  $25^\circ\text{C}$ , πρέπει να ελαττωθεί η πίεση στο εσωτερικό της φιάλης ( $P < 1 \text{ atm}$ ).

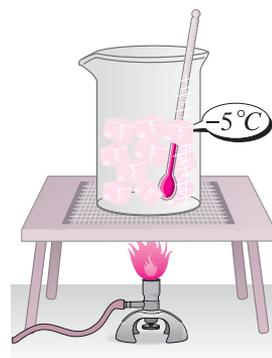
Με τη βοήθεια μιας αντλίας κενού απομακρύνουμε αέρα από τη φιάλη, οπότε η πίεση στο δοχείο βαθμιαία ελαττώνεται. Έτσι, είναι δυνατόν, αν η πίεση ελαττωθεί σε κατάλληλη τιμή, το οινόπνευμα να έχει σημείο ζέσης  $25^\circ\text{C}$ , οπότε θα παρατηρήσουμε βρασμό του οινοπνεύματος.

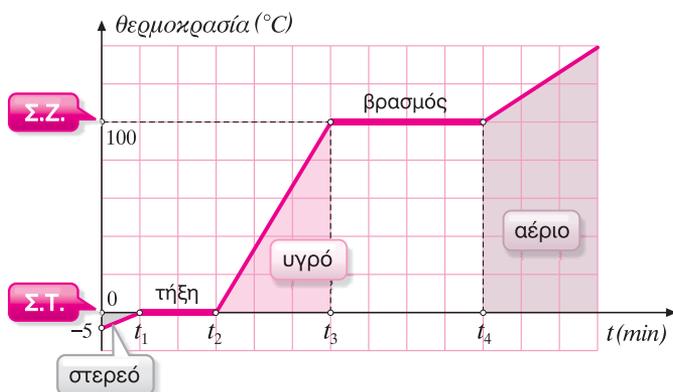


**2.8** Σ' ένα ποτήρι ζέσης βάζουμε μερικά παγάκια και βυθίζουμε ένα θερμόμετρο. Η αρχική θερμοκρασία που δείχνει το θερμόμετρο είναι  $-5^\circ\text{C}$ , ενώ η πίεση είναι  $1 \text{ atm}$ . Αν θερμαίνουμε συνεχώς το περιεχόμενο του δοχείου, να παραστήσετε σ' ένα διάγραμμα τη μεταβολή της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το χρόνο.

#### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Το επόμενο διάγραμμα δείχνει τη μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού ( $\text{H}_2\text{O}$ ) σε συνάρτηση με το χρόνο θέρμανσης (καμπύλη θέρμανσης).

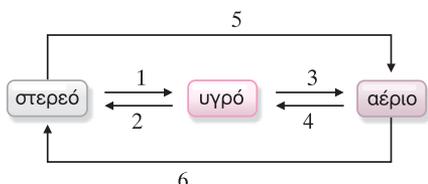




- $0 - t_1$ : Αρχικά η θερμότητα που προσφέρουμε στον πάγο προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας του στερεού από  $-5^\circ\text{C}$  σε  $0^\circ\text{C}$ . Στο χρονικό διάστημα αυτό δεν παρατηρείται τήξη του πάγου.
- $t_1 - t_2$ : Όταν η θερμοκρασία φτάσει στους  $0^\circ\text{C}$ , αρχίζει το φαινόμενο της τήξης του πάγου ( $\Sigma.Τ. = 0^\circ\text{C}$  σε  $P = 1 \text{ atm}$ ). Κατά τη διάρκεια της τήξης, η θερμοκρασία παραμένει σταθερή στους  $0^\circ\text{C}$  μέχρι να λιώσουν όλα τα παγάκια.
- $t_2 - t_3$ : Ο πάγος έχει μετατραπεί πλέον σε υγρό νερό. Η θερμότητα που προσφέρουμε αυξάνει τη θερμοκρασία του υγρού από τους  $0^\circ\text{C}$  στους  $100^\circ\text{C}$ .
- $t_3 - t_4$ : Όταν η θερμοκρασία του υγρού φτάσει στους  $100^\circ\text{C}$ , αρχίζει ο βρασμός του νερού ( $\Sigma.Ζ. = 100^\circ\text{C}$  σε  $P = 1 \text{ atm}$ ). Κατά τη διάρκεια του βρασμού, η θερμοκρασία παραμένει σταθερή στους  $100^\circ\text{C}$  μέχρι να εξαερωθεί όλη η ποσότητα του υγρού.
- $t_4 - t_5$ : Το υγρό έχει μετατραπεί πλήρως σε ατμό. Αν συλλέξουμε τους υδρατμούς και τους θερμάνουμε, η προσφερόμενη θερμότητα θα αυξήσει τη θερμοκρασία των υδρατμών.

### Ερωτήσεις για απάντηση

**2.9** α) Πώς ονομάζονται οι παρακάτω μεταβολές της φυσικής κατάστασης των υλικών;



β) Ποιες από τις μεταβολές αυτές μπορεί να πραγματοποιηθούν:

- i) με θέρμανση;      ii) με ψύξη;

**2.10** Να γράψετε τρία στερεά σώματα, τρία υγρά και τρία αέρια που μπορεί να υπάρχουν στο σπίτι σας.

**2.11** α) Ποια διαφορά παρουσιάζει ο βρασμός από την εξάτμιση ενός υγρού;

β) Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν το σημείο βρασμού ενός υγρού;

**2.12** Να συμπληρώσετε τα κενά στις επόμενες προτάσεις:

α) Τα υλικά βρίσκονται σε τρεις διαφορετικές ..... καταστάσεις.

β) Τα ..... σώματα έχουν σταθερό σχήμα. Τα ..... σώματα έχουν μεταβλητό όγκο και σχήμα.

γ) Η μετατροπή ενός υγρού σε στερεό ονομάζεται .....

δ) ..... ονομάζεται η εξαέρωση ενός υγρού όταν πραγματοποιείται μόνο από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού.

ε) Εξάχνωση ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο ένα ..... μετατρέπεται απευθείας σε .....

στ) Η θερμοκρασία στην οποία ένα υγρό στερεοποιείται ονομάζεται ..... του υγρού.

ζ) Ένα υγρό μετατρέπεται σε αέριο αν αυξηθεί η ..... ή αν ελαττωθεί η .....

**2.13** Το βρόμιο, σε πίεση 1 atm, έχει σημείο τήξης  $-7^{\circ}\text{C}$  και σημείο ζέσης  $58^{\circ}\text{C}$ . Σε ποια φυσική κατάσταση βρίσκεται το βρόμιο σε πίεση 1 atm και θερμοκρασία:

α)  $25^{\circ}\text{C}$ ;    β)  $-25^{\circ}\text{C}$ ;    γ)  $70^{\circ}\text{C}$ ;

**2.14** Να βρείτε τις μετατροπές φυσικής κατάστασης που συμβαίνουν στα επόμενα φαινόμενα.

α) Όταν ανοίγουμε ένα μπουκάλι με άρωμα, μυρίζει όλος ο χώρος.

β) Η ναφθαλίνη που βάζουμε το καλοκαίρι στα μάλλινα ρούχα εξαφανίστηκε.

γ) Όταν βγάλουμε ένα παγωμένο κουτί με μπίρα από το ψυγείο, στην εξωτερική του επιφάνεια σχηματίζονται σταγόνες.

δ) Πιέζουμε τη βαλβίδα σ' έναν αναπτήρα που περιέχει υγρό καύσιμο (προπάνιο), οπότε διαφεύγει αέριο.

ε) Ορισμένα χειμωνιάτικα πρωινά βλέπουμε στα τζάμια των σταθμευμένων αυτοκινήτων παγοκρύσταλλους που ονομάζονται πάχνη.

**2.15** Να εξηγήσετε τα επόμενα πειραματικά δεδομένα:

α) Στις τροπικές περιοχές η ατμόσφαιρα περιέχει μεγάλες ποσότητες υδρατμών.

β) Στη χύτρα ταχύτητας το μαγείρεμα τελειώνει πιο γρήγορα.

γ) Ορισμένα πρωινά οι δρόμοι φαίνονται βρεγμένοι, χωρίς όμως να έχει βρέξει.

δ) Σ' ένα ψηλό βουνό απαιτείται περισσότερος χρόνος να βράσουμε ένα αυγό απ' ό,τι στην επιφάνεια της Γης.

**2.16** Το σημείο ζέσης του καθαρού νερού σε μια παραλιακή πόλη είναι  $\theta_1^{\circ}\text{C}$ , στην κορυφή του Ολύμπου είναι  $\theta_2^{\circ}\text{C}$ , στην κορυφή του Έβερεστ είναι  $\theta_3^{\circ}\text{C}$ , ενώ σε μια χύτρα ταχύτητας είναι  $\theta_4^{\circ}\text{C}$ . Να συγκρίνετε τις θερμοκρασίες  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $\theta_3$  και  $\theta_4$ .

**2.17** Βγάζουμε από το ψυγείο ένα παγωμένο μεταλλικό κουτί με αναψυκτικό και το τοποθετούμε σ' ένα ζυγό ακριβείας. Παρατηρούμε ότι αρχικά η μάζα του είναι  $\alpha$  g και μετά από λίγο γίνεται  $\beta$  g. Να συγκρίνετε τις τιμές  $\alpha$  και  $\beta$ .

**2.18** Τι είναι το πλάσμα;

---

Οι απαντήσεις βρίσκονται στη σελίδα 328.

## Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

**2.19** Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- α) Τα υγρά σώματα έχουν καθορισμένο όγκο και μάζα.
- β) Τα αέρια σώματα δεν έχουν σταθερή μάζα.
- γ) Η μετατροπή ενός στερεού σε υγρό ονομάζεται συμπύκνωση ή υγροποίηση.
- δ) Η μετατροπή ενός υγρού σε αέριο γίνεται με βρασμό ή με εξάτμιση.
- ε) Οι παράγοντες που καθορίζουν τη φυσική κατάσταση ενός υλικού είναι η θερμοκρασία και η πίεση.
- στ) Το νερό δεν εξατμίζεται σε θερμοκρασία  $25^{\circ}\text{C}$  και πίεση  $1\text{ atm}$ .
- ζ) Όταν ένα υγρό εξατμίζεται εύκολα, χαρακτηρίζεται ως πτητικό.

**2.20** Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- α) Ο βρασμός ενός υγρού ονομάζεται και εξάτμιση.
- β) Οι φυσαλίδες που δημιουργούνται κατά το βρασμό του νερού αποτελούνται κυρίως από αέρα.
- γ) Το νερό βράζει πάντοτε στους  $100^{\circ}\text{C}$ .
- δ) Το σημείο ζέσης ενός υγρού εξαρτάται από τη μάζα του υγρού.
- ε) Κατά τη διάρκεια του βρασμού του νερού η θερμοκρασία του παραμένει σταθερή ( $P = 1\text{ atm}$ ).
- στ) Το σημείο τήξης μιας ουσίας είναι χαμηλότερο από το σημείο ζέσης της ίδιας ουσίας.
- ζ) Στην κορυφή ενός ψηλού βουνού το νερό βράζει σε θερμοκρασία υψηλότερη από  $100^{\circ}\text{C}$ .

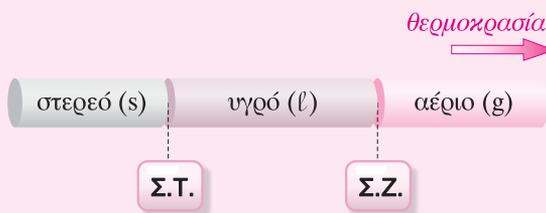
**2.21** Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση σε καθμία από τις επόμενες ερωτήσεις.

- α) Έχουν σταθερή μάζα και μεταβλητό σχήμα και όγκο:
  - i) τα στερεά,                      ii) τα υγρά,
  - iii) τα αέρια.
- β) Το φαινόμενο της μετάβασης μιας ουσίας από την αέρια στην υγρή κατάσταση ονομάζεται:
  - i) βρασμός,                      ii) πήξη,
  - iii) εξάτμιση,                      iv) συμπύκνωση.
- γ) Το φαινόμενο της μετάβασης μιας ουσίας απευθείας από τη στερεή στην αέρια κατάσταση ονομάζεται:
  - i) εξάτμιση,                      ii) εξάχνωση,
  - iii) εξαέρωση,                      iv) τήξη.
- δ) Κατά τη διάρκεια του βρασμού ενός καθαρού υγρού, σε πίεση  $1\text{ atm}$ , η θερμοκρασία:
  - i) αυξάνεται,                      ii) ελαττώνεται,
  - iii) παραμένει σταθερή.
- ε) Όταν αυξάνεται η ατμοσφαιρική πίεση, το σημείο ζέσης ενός υγρού:
  - i) αυξάνεται,                      ii) ελαττώνεται,
  - iii) δεν μεταβάλλεται.
- στ) Το νάτριο έχει σημείο τήξης  $98^{\circ}\text{C}$ , σε πίεση  $1\text{ atm}$ . Το σημείο πήξης του σε πίεση  $1\text{ atm}$  είναι:
  - i)  $98^{\circ}\text{C}$                       ii)  $> 98^{\circ}\text{C}$                       iii)  $< 98^{\circ}\text{C}$
- ζ) Ο υδράργυρος έχει σημείο ζέσης  $357^{\circ}\text{C}$  και σημείο τήξης  $-39^{\circ}\text{C}$ , σε πίεση  $1\text{ atm}$ . Σε θερμοκρασία  $-10^{\circ}\text{C}$  και πίεση  $1\text{ atm}$  ο υδράργυρος είναι:
  - i) στερεό,                      ii) υγρό,                      iii) αέριο.
- η)  $10\text{ g}$  νερού εξαερώνονται πλήρως. Η ποσότητα των υδρατμών που παράγονται είναι:
  - i)  $10\text{ g}$                       ii)  $> 10\text{ g}$                       iii)  $< 10\text{ g}$

## Ασκήσεις

Πώς προβλέπουμε τη φυσική κατάσταση ενός υλικού, σε σταθερή πίεση 1 atm, ανάλογα με τη θερμοκρασία;

Όταν γνωρίζουμε το σημείο τήξης (Σ.Τ.) και το σημείο ζέσης (Σ.Ζ.) μιας ουσίας σε πίεση 1 atm, μπορούμε να βρούμε τη φυσική κατάστασή της σε ορισμένη θερμοκρασία. Ισχύουν τα εξής:



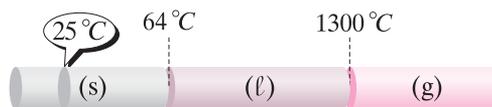
**2.22\*** Να συμπληρώσετε στον επόμενο πίνακα τη φυσική κατάσταση κάθε υλικού στους 25 °C (P = 1 atm).

Υλικό (P = 1 atm)	Σημείο τήξης (°C)	Σημείο ζέσης (°C)	Φυσική κατάσταση
A	64	1300	...
B	-7	59	...
Γ	-165	-92	...
Δ	98	883	...

### ΛΥΣΗ

#### Υλικό A

Στους 25 °C, δηλαδή σε θερμοκρασία χαμηλότερη από το σημείο τήξης, βρίσκεται σε **στερεή** κατάσταση.



#### Υλικό B

Στους 25 °C, δηλαδή σε θερμοκρασία μεταξύ του σημείου τήξης και του σημείου ζέσης, βρίσκεται σε **υγρή** κατάσταση.



\* Είναι η άσκηση 3 στη σελίδα 19 του σχολικού βιβλίου.

### Υλικό Γ

Στους  $25^{\circ}\text{C}$ , δηλαδή σε θερμοκρασία υψηλότερη από το σημείο ζέσης, βρίσκεται σε **αέρια** κατάσταση.



### Υλικό Δ

Στους  $25^{\circ}\text{C}$ , δηλαδή σε θερμοκρασία χαμηλότερη από το σημείο τήξης, βρίσκεται σε **στερεή** κατάσταση.



**2.23\*** Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα σημεία τήξης και ζέσης για ορισμένες ουσίες.

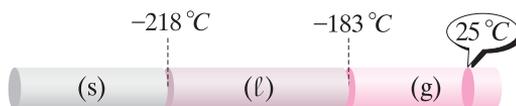
Ουσία (P = 1 atm)	Σημείο τήξης ( $^{\circ}\text{C}$ )	Σημείο ζέσης ( $^{\circ}\text{C}$ )
Οξυγόνο	- 218	- 183
Αιθανόλη	- 117	78
Νερό	0	100
Θείο	113	445
Χλωριούχο νάτριο	801	1413

- Σε ποια φυσική κατάσταση βρίσκεται η κάθε ουσία σε θερμοκρασία περιβάλλοντος  $25^{\circ}\text{C}$ ;
- Ποιες ουσίες θα αλλάξουν φυσική κατάσταση, αν η θερμοκρασία μεταβληθεί από τους  $25^{\circ}\text{C}$  στους  $-50^{\circ}\text{C}$ ;
- Αν αρχίσουμε από τους  $25^{\circ}\text{C}$  να θερμαίνουμε ομοιόμορφα τις στερεές ουσίες, ποια θα ρευστοποιηθεί πρώτη;

### ΛΥΣΗ

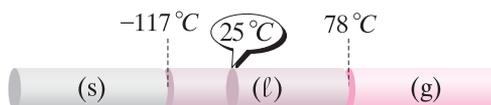
#### α) Οξυγόνο

Σε θερμοκρασία  $25^{\circ}\text{C}$  είναι σε **αέρια** κατάσταση.



#### Αιθανόλη

Σε θερμοκρασία  $25^{\circ}\text{C}$ , είναι σε **υγρή** κατάσταση.



\* Είναι η άσκηση 4 στη σελίδα 11 του τετραδίου εργασιών.

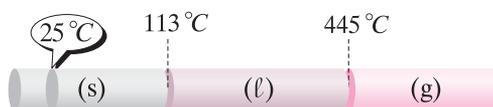
### Νερό

Σε θερμοκρασία  $25^{\circ}\text{C}$  είναι σε υγρή κατάσταση.



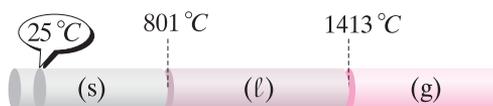
### Θείο

Σε θερμοκρασία  $25^{\circ}\text{C}$  είναι σε στερεή κατάσταση.



### Χλωριούχο νάτριο

Σε θερμοκρασία  $25^{\circ}\text{C}$  είναι σε στερεή κατάσταση.



β) Μόνο το νερό ( $\text{H}_2\text{O}$ ) θα αλλάξει φυσική κατάσταση. Σε θερμοκρασία  $25^{\circ}\text{C}$  το νερό βρίσκεται σε υγρή κατάσταση. Επειδή έχει σημείο τήξης  $0^{\circ}\text{C}$  (άρα και σημείο πήξης  $0^{\circ}\text{C}$ ), όταν το νερό ψυχθεί στους  $-50^{\circ}\text{C}$  θα μετατραπεί σε στερεό (πάγος).

γ) Στους  $25^{\circ}\text{C}$  σε στερεή κατάσταση βρίσκονται το θείο και το χλωριούχο νάτριο. Κατά τη θέρμανση μιας στερεής ουσίας, όταν η θερμοκρασία αυξηθεί και γίνει ίση με το σημείο τήξης, η ουσία ρευστοποιείται (τήκεται). Το θείο έχει χαμηλότερο σημείο τήξης ( $\Sigma.Τ. = 113^{\circ}\text{C}$ ) από το χλωριούχο νάτριο ( $\Sigma.Τ. = 801^{\circ}\text{C}$ ), οπότε κατά τη θέρμανσή τους πρώτο θα ρευστοποιηθεί το θείο (σε θερμοκρασία  $113^{\circ}\text{C}$ ).

## Ασκήσεις για λύση

**2.24** Η ουσία X έχει σημείο ζέσης  $70^{\circ}\text{C}$  και σημείο τήξης  $-15^{\circ}\text{C}$  σε πίεση 1 atm.

α) Ποια είναι η φυσική κατάσταση της ουσίας X σε πίεση 1 atm και θερμοκρασία:

- i)  $25^{\circ}\text{C}$ ;                      ii)  $0^{\circ}\text{C}$ ;
- iii)  $100^{\circ}\text{C}$ ;                      iv)  $-25^{\circ}\text{C}$ ;

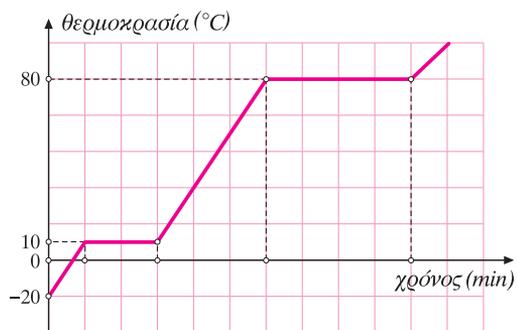
β) Σε ποια θερμοκρασία η ουσία X μπορεί να συνυπάρχει ως:

- i) υγρό και αέριο;
- ii) στερεό και υγρό;

γ) Το σημείο ζέσης της ουσίας X σε  $P < 1 \text{ atm}$  είναι δυνατόν να είναι:

- i)  $70^{\circ}\text{C}$             ii)  $60^{\circ}\text{C}$             iii)  $80^{\circ}\text{C}$

**2.25** Το επόμενο διάγραμμα παριστάνει τη μεταβολή της θερμοκρασίας μιας στερεής ουσίας A κατά τη θέρμανσή της σε πίεση 1 atm.



- α) Ποιο είναι το σημείο τήξης και ποιο το σημείο ζέσης της ουσίας Α;
- β) Ποια είναι η φυσική κατάσταση της ουσίας Α σε πίεση 1 atm και θερμοκρασία:
- i) 0 °C;                      ii) 5 °C;
- iii) 25 °C;                    iv) 100 °C;
- γ) Σε ποια θερμοκρασία μπορεί να συνυπάρχει η ουσία Α ως στερεό και υγρό;

Ουσία	Σ.Τ. (°C)	Σ.Ζ. (°C)
A	- 60	70
B	16	118
Γ	40	188
Δ	- 80	17

**2.26** Στο διπλανό πίνακα δίνονται τα σημεία τήξης και τα σημεία ζέσης σε πίεση 1 atm για τις ουσίες Α, Β, Γ και Δ.

- α) Ποια είναι η φυσική κατάσταση κάθε ουσίας στους 25 °C;

- β) Ποιες ουσίες θα αλλάξουν φυσική κατάσταση αν η θερμοκρασία μεταβληθεί από τους 25 °C:

i) στους - 50 °C;      ii) στους 100 °C;

- γ) Αν αρχίσουμε από τους 25 °C, να θερμαίνουμε τις υγρές ουσίες, ποια θα εξαερωθεί με βρασμό πρώτη;

### Κριτήριο αξιολόγησης

#### ΘΕΜΑ 1ο

Να συμπληρώσετε τα κενά στις επόμενες προτάσεις:

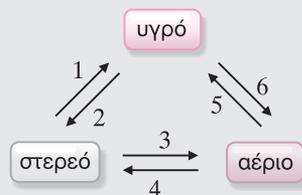
- α) Τα υγρά έχουν ..... όγκο και ..... σχήμα. Τα αέρια έχουν ..... μάζα και ..... όγκο και σχήμα.
- β) Η φυσική κατάσταση ενός υλικού μπορεί να αλλάξει, αν μεταβληθούν η ..... ή/και η .....
- γ) Το καθαρό νερό, σε πίεση 1 atm, βράζει στους ..... °C και πήζει στους ..... °C.
- δ) Τα ..... σώματα δεν έχουν καθορισμένο όγκο.
- ε) Σ' ένα ψηλό βουνό το καθαρό νερό έχει σημείο ζέσης ..... από 100 °C.
- στ) Βρασμός ονομάζεται η μετατροπή ενός υγρού σε ..... όταν πραγματοποιείται από ..... του υγρού.

#### ΘΕΜΑ 2ο

- α) Να συμπληρώσετε τις ονομασίες των μεταβολών της φυσικής κατάστασης των υλικών στο επόμενο διάγραμμα.

Οι απαντήσεις βρίσκονται στη σελίδα 329.

- β) Σε ποιες από τις μεταβολές αυτές απαιτείται θέρμανση ώστε να πραγματοποιηθούν; (Η πίεση παραμένει σταθερή.)



### ΘΕΜΑ 3ο

Ποιες από τις επόμενες προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

- Τα στερεά έχουν σταθερό όγκο και σχήμα.
- Η φυσική κατάσταση αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα για το κάθε υλικό και δεν μεταβάλλεται.
- Εξάτμιση ονομάζεται κάθε μετατροπή υγρού σε αέριο.
- Ένα αέριο υγροποιείται με ψύξη ή με συμπίεση.
- Το καθαρό νερό σε πίεση 5 atm βράζει σε θερμοκρασία υψηλότερη από 100 °C.
- Το σημείο πήξης του νερού είναι χαμηλότερο από το σημείο τήξης του πάγου (σε πίεση 1 atm).
- Κάθε υγρό εξατμίζεται σε ορισμένη θερμοκρασία που ονομάζεται σημείο ζέσης του υγρού.
- Η τήξη και η εξαέρωση είναι μετατροπές που πραγματοποιούνται με θέρμανση (η πίεση είναι σταθερή).

### ΘΕΜΑ 4ο

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα σημεία τήξης και τα σημεία ζέσης για τέσσερις ουσίες Α, Β, Γ και Δ.

Ουσία	Σημείο τήξης (°C) (P = 1 atm)	Σημείο ζέσης (°C) (P = 1 atm)
Α	0	100
Β	62	760
Γ	- 101	- 35
Δ	- 7	58

- Ποια είναι η φυσική κατάσταση της κάθε ουσίας στους 25 °C;
- Ποια ουσία έχει το υψηλότερο σημείο ζέσης και ποια έχει το χαμηλότερο σημείο τήξης;
- Ποιες ουσίες θα αλλάξουν φυσική κατάσταση, αν η θερμοκρασία μεταβληθεί από τους 25 °C:
  - στους - 25 °C;
  - στους 90 °C;