

ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΙΑ

ΘΜ1) Μια ατσάλινη σφαίρα που βρίσκεται σε θερμοκρασία δωματίου τοποθετείται μέσα σε νερό που βράζει. Αν η σφαίρα έχει μάζα ίση με 200 g, πόση θερμότητα μεταφέρεται από το νερό στην σφαίρα μέχρι αυτή να βρεθεί σε θερμοκή ισορροπία με το νερό; Δίνεται $c_{\text{ατσάλιού}} = 452 \text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$.

ΘΜ2) Ένα κομμάτι αλουμινίου μάζας 500 g βρίσκεται σε αρχική θερμοκρασία ίση με 10°C και απορροφά 85500 J θερμότητας. Ποια η τελική του θερμοκρασία; Για το αλουμίνιο δίνεται $c = 900 \text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$.

ΘΜ3) Ας υποθέσουμε ότι διαθέτουμε ένα θερμιδόμετρο που περιέχει 1 L νερό. Πόση αύξηση θερμοκρασίας θα επιφέρει ένα σωματίδιο με ενέργεια 1 GeV; Δίνεται η ειδική θερμότητα του νερού $c = 4186 \text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ και ότι $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

ΘΜ4) Ένα λίτρο τσαγιού στους 100°C χύνεται σε επενδυμένη με γυαλί φιάλη θερμός, που βρίσκεται σε θερμοκρασία δωματίου (20°C). Εάν η γυάλινη φιάλη έχει μάζα 0,2 kg, βρείτε την τελική θερμοκρασία του τσαγιού στο σφραγισμένο θερμός. Για το νερό $c_{\nu} = 1 \text{ kcal/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ και για το γυαλί $c_{\gamma} = 0,2 \text{ kcal/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$, ενώ η πυκνότητα του νερού (και του τσαγιού) είναι 1 g/cm^3 .

ΛΥΣΗ:

Η μάζα του τσαγιού θα υπολογιστεί από την πυκνότητα, που θα θεωρήσουμε ίδια με αυτή του νερού, οπότε:

$$m_{\text{τσαγιού}} = \rho_{\text{τσαγιού}} \cdot V_{\text{τσαγιού}} \stackrel{=}{\Rightarrow} m_{\text{τσαγιού}} = 1000 \cdot 0,001 \Rightarrow m_{\text{τσαγιού}} = 1 \text{ kg}.$$

Το τσάι, που βρίσκεται σε υψηλότερη θερμοκρασία, θα προσφέρει θερμότητα στη φιάλη, και μάλιστα οι δύο αυτές ποσότητες θερμότητας θα είναι ίσες. Δηλαδή:

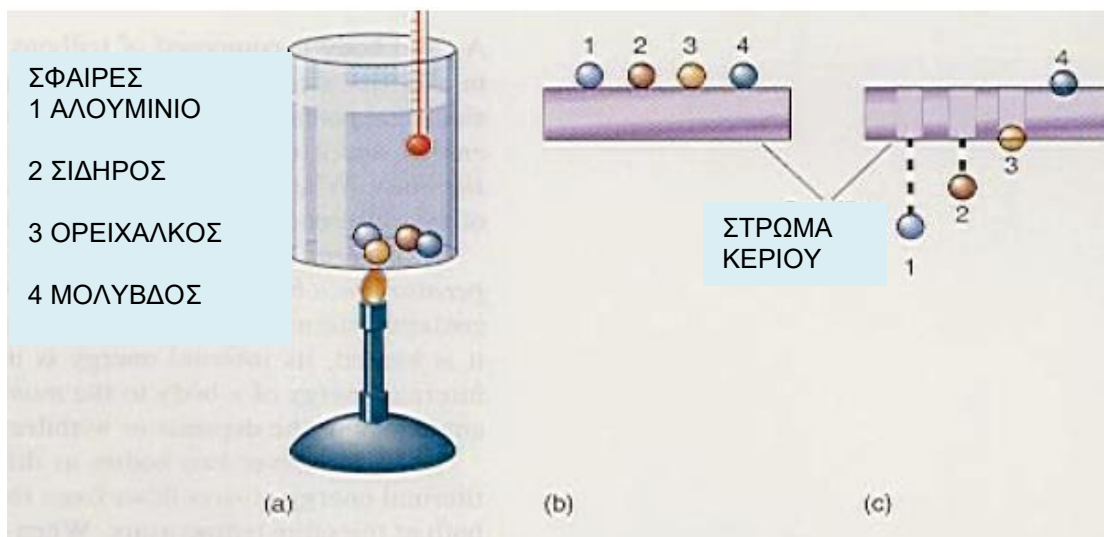
$$Q_{\text{τσαγιού}}^{\text{προσφερόμενο}} = Q_{\text{φιάλης}}^{\text{απορροφούμενη}}$$

$$\Rightarrow m_{\text{τσαγιού}} \cdot c_{\text{τσαγιού}} \cdot \Delta\theta_{\text{τσαγιού}} = m_{\text{φιάλης}} \cdot c_{\text{φιάλης}} \cdot \Delta\theta_{\text{φιάλης}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1 \cdot 1 \cdot (100 - \theta) = 0,2 \cdot 0,2 \cdot (\theta - 20) \Rightarrow \boxed{\theta = 96,9^{\circ}\text{C}}$$

ΘΜ5) Τοποθετούμε μέσα σε νερό που βράζει τέσσερις σφαίρες από αλουμίνιο, σίδηρο, ορείχαλκο και μόλυβδο ίδιας μάζας. Όταν οι σφαίρες έρθουν σε θερμική ισορροπία με το νερό τις τοποθετούμε πάνω σε ένα στρώμα κεριού.

Παρατηρούμε ότι η αλουμινένια σφαίρα τρυπά το κερί πολύ γρήγορα, η σιδερένια αμέσως μετά, η ορειχάλκινη εισχωρεί αλλά δεν τρυπά πλήρως το κερί, ενώ η μολύβδινη μένει πρακτικά στην επιφάνεια του κεριού. Να κατατάξετε τα υλικά ως προς την ειδική θερμότητά τους.



ΛΥΣΗ:

Αφού όλα τα σώματα τοποθετούνται μέσα στο νερό που βράζει η θερμοκρασία τους από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος φθάνει στη θερμοκρασία των 100°C . Αυτό σημαίνει ότι κάθε σφαίρα απορροφά θερμότητα ίση με:

$$Q = m \cdot c_{\sigma} \cdot (100 - \theta_{\text{περιβάλλοντος}})$$

Παρατηρούμε ότι η θερμότητα που απορροφά κάθε σφαίρα εξαρτάται από τον συντελεστή ειδικής θερμότητας αφού οι μάζες και οι μεταβολές θερμοκρασίας είναι ίδιες για όλες τις σφαίρες. Καθώς τώρα για να λιώσει το κερί πρέπει να προσφερθεί ενέργεια, αφού η μολύβδινη σφαίρα δεν καταφέρνει να λιώσει το κερί θα έχει απορροφήσει το μικρότερο ποσό θερμότητας άρα θα έχει το μικρότερο συντελεστή ειδικής θερμότητας. Αμέσως μεγαλύτερο συντελεστή ειδικής θερμότητας θα έχει η ορειχάλκινη σφαίρα αφού λιώνει το

κερί μέχρις ενός σημείου, ενώ το μεγαλύτερο συντελεστή θα έχουν η σιδερένια και η αλουμινένια σφαίρα που και οι δύο καταφέρνουν να λιώσουν πλήρως το κερί.

ΘΜ6) Προκειμένου να προσδιορίσουμε την ειδική θερμότητα του σιδήρου, τοποθετούμε ένα δείγμα σιδήρου μάζας m_σ μέσα σε νερό που βράζει ώστε η θερμοκρασία του να φθάσει στους 100°C . Μέσα σε ένα θερμιδόμετρο μάζας m_θ προσθέτουμε νερό μάζας m_ν και καταγράφουμε την αρχική θερμοκρασία θ_i του συστήματος Θερμιδόμετρο-νερό. Τοποθετούμε μέσα στο νερό το κομμάτι σιδήρου και κλείνουμε το θερμιδόμετρο. Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα (ώστε να επιτευχθεί θερμική ισορροπία) η θερμοκρασία φθάνει την τιμή θ_f . Αν η ειδική θερμότητα του νερού είναι c_ν και του θερμιδόμετρου c_θ να υπολογίσετε την ειδική θερμότητα c_σ του σιδήρου.

ΕΦΑΡΜΟΓΗ: Το δείγμα έχει μάζα $0,07\text{ kg}$ και τοποθετείται σε νερό που βράζει. Το θερμιδόμετρο ζυγίζει $0,06\text{ kg}$ και η ειδική του θερμότητα είναι $900\text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$, ενώ το νερό έχει μάζα $0,15\text{ kg}$ και ειδική θερμότητα $4186\text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$. Αν η αρχική θερμοκρασία του συστήματος θερμιδόμετρο-νερό είναι 20°C και η τελική $23,5^\circ\text{C}$ υπολογίστε την ειδική θερμότητα του δείγματος.

ΛΥΣΗ:

Ο σίδηρος, που βρίσκεται σε υψηλότερη θερμοκρασία, δίνει θερμότητα τόσο στο νερό όσο και στο θερμιδόμετρο οπότε:

$$Q_{\text{σιδήρου}}^{\text{προσφερόμενο}} = Q_{\text{νερού}}^{\text{απορροφούμενη}} + Q_{\text{θερμιδομέτρου}}^{\text{απορροφούμενη}} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow m_\sigma \cdot c_\sigma \cdot (100 - \theta_f) = m_\nu \cdot c_\nu \cdot (\theta_f - \theta_i) + m_\theta \cdot c_\theta \cdot (\theta_f - \theta_i) \Rightarrow$$
$$\Rightarrow c_\sigma = \frac{(m_\nu \cdot c_\nu + m_\theta \cdot c_\theta) \cdot (\theta_f - \theta_i)}{m_\sigma \cdot (100 - \theta_f)}$$

ΕΦΑΡΜΟΓΗ: Αντικαθιστώντας τα δεδομένα έχουμε:

$$c_\sigma = \frac{(0,15 \cdot 4186 + 0,06 \cdot 900) \cdot (23,5 - 20)}{0,07 \cdot (100 - 23,5)} \Rightarrow c_\sigma = 445,68 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$$

ΘΜ7) Τοποθετείτε 300 g καφέ, σε θερμοκρασία 70°C σε ένα ποτήρι από αλουμίνιο μάζας $0,120\text{ kg}$ που αρχικά βρίσκεται σε θερμοκρασία 20°C . Ποια είναι η κοινή θερμοκρασία στην οποία θα καταλήξουν τα δύο σώματα; Θεωρείστε την ειδική θερμότητα του καφέ ίση με

αυτή του νερού δηλαδή $4190 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$, του αλουμινίου ίση με $910 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ και υποθέστε ότι το σύστημα δεν ανταλλάσσει θερμότητα με το περιβάλλον του.

ΘΜ8) (H-R1966, p.549) Ένα κομμάτι χαλκού, μάζας 75 g , που βρίσκεται σε υψηλή θερμοκρασία τοποθετείται μέσα σε ένα γυάλινο δοχείο μάζας 300 g το οποίο περιέχει νερό μάζας 200 g . Αν η θερμοκρασία του νερού, μαζί με το δοχείο, ανεβαίνει από τους 12 στους 27°C , ποια ήταν η αρχική θερμοκρασία του χαλκού; Δίνονται οι ειδικές θερμότητες για τον χαλκό το γυάλινο δοχείο και το νερό αντιστοίχως ίσες με $0,093 \text{ cal}/(\text{g}\cdot\text{K})$, $0,12 \text{ cal}/(\text{g}\cdot\text{K})$ και $1 \text{ cal}/(\text{g}\cdot\text{K})$.

ΛΥΣΗ:

Ο χαλκός, που βρίσκεται σε υψηλότερη θερμοκρασία, δίνει θερμότητα τόσο στο νερό όσο και στο γυάλινο δοχείο οπότε:

$$Q_{\text{χαλκού}}^{\text{προσφερόμενο}} = Q_{\text{νερού}}^{\text{απορροφούμενη}} + Q_{\text{γυάλινου δοχείου}}^{\text{απορροφούμενη}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\chi} \cdot c_{\chi} \cdot (\theta_{\alpha\rho\chi} - 27) = m_{\nu} \cdot c_{\nu} \cdot (27 - 12) + m_{\delta\omicron\chi\epsilon\iota\omicron\upsilon} \cdot c_{\gamma\upsilon\alpha\lambda\iota\omicron\upsilon} \cdot (27 - 12) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 75 \cdot 0,093 \cdot (\theta_{\alpha\rho\chi} - 27) = 200 \cdot 1 \cdot (27 - 12) + 300 \cdot 0,12 \cdot (27 - 12) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\theta_{\alpha\rho\chi} = 530^\circ\text{C}}$$

ΘΜ9) (H-R, 1966, p. 568) Το θερμιδόμετρο ροής χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ειδικής θερμότητας των υγρών. Η αρχή λειτουργίας του έχει ως εξής: Θερμότητα προσφέρεται με συγκεκριμένο ρυθμό P , με τη βοήθεια συνήθως μιας ηλεκτρικής αντίστασης, στο υγρό πυκνότητας ρ καθώς αυτό διέρχεται μέσα από το θερμιδόμετρο με ρυθμό $\Pi = dV/dt$. Το αποτέλεσμα είναι η θερμοκρασία του υγρού κατά την έξοδο από το θερμιδόμετρο να είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία στην είσοδο κατά ΔT . Υπολογίστε με βάση τα στοιχεία αυτά την ειδική θερμότητα του υγρού.

ΛΥΣΗ:

Σε μια ποσότητα υγρού μάζας m που διέρχεται μέσα από το θερμιδόμετρο προσφέρεται θερμότητα Q έτσι ώστε να αυξάνεται η θερμοκρασία κατά ΔT , οπότε θα ισχύει ότι $Q = mc\Delta T$. Αφού η ενέργεια προσφέρεται με ρυθμό P , θα είναι $P = Q/\Delta t \Rightarrow Q = P\Delta t$ οπότε η προηγούμενη εξίσωση γίνεται:

$$P\Delta t = mc\Delta T \Rightarrow P = \frac{m}{\Delta t} c\Delta T$$

Από τη σχέση της πυκνότητας του υγρού έχουμε ότι

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V \Rightarrow \frac{m}{\Delta t} = \rho \frac{V}{\Delta t} \Rightarrow \frac{m}{\Delta t} = \rho \Pi$$

Αντικαθιστώντας έχουμε

$$P = \rho \Pi c \Delta T \Rightarrow \boxed{c = \frac{P}{\rho \Pi \Delta T}}$$

ΘΜ9) Υποθέστε ότι σε ένα σώμα, μάζας m , που βρίσκεται μέσα σε ένα θερμικά μονωμένο δοχείο, προσφέρεται ενέργεια με σταθερό ρυθμό P οπότε η θερμοκρασία του σώματος αυξάνεται. Αν υποθέσουμε ότι καταγράφουμε τη θερμοκρασία (θ) του σώματος σε συνάρτηση με το χρόνο t , εξηγήστε με ποιον τρόπο μπορούμε να υπολογίσουμε τον συντελεστή ειδικής θερμότητας από το διάγραμμα $\theta = \theta(t)$ υποθέτοντας ότι αυτός είναι σταθερός.

ΛΥΣΗ:

Αφού στο σώμα προσφέρεται θερμότητα με σταθερό ρυθμό P η ενέργεια που θα έχει προσφερθεί στο σώμα μετά από χρόνο t , υπό μορφή θερμότητας, θα είναι $P = Q/t \Rightarrow Q = Pt$. Η θερμότητα αυτή συνδέεται με την αλλαγή της θερμοκρασίας με τη σχέση:

$$Q = mc\Delta\theta \Rightarrow Pt = mc\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{P}{mc}t \Rightarrow \theta - \theta_0 = \frac{P}{mc}t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\theta = \theta_0 + \frac{P}{mc}t}$$

Από την παραπάνω σχέση διαπιστώνουμε ότι η κλίση της γραφικής παράστασης είναι ίση με P/mc , επομένως ο συντελεστής ειδικής θερμότητας μπορεί να υπολογιστεί μετρώντας την κλίση του διαγράμματος.

ΑΛΛΑΓΕΣ ΦΑΣΕΩΝ

ΑΦ1) Προκειμένου να κρυώσουμε μια άγνωστη ποσότητα νερού αρχικής θερμοκρασία 30 °C, προσθέτουμε παγάκια μάζας 25 gr (που βρίσκονται σε $\theta = 0$ °C). Η τελική θερμοκρασία (αφού λιώσουν τα παγάκια) είναι 10 °C. Πόση ήταν η μάζα του νερού; Δίνονται η ειδική θερμότητα του νερού 1 cal/(g·°C) και η θερμότητα τήξης του πάγου $L_f = 80$ cal/g.

ΛΥΣΗ:

Το νερό, που βρίσκεται σε υψηλότερη θερμοκρασία, δίνει θερμότητα στα παγάκια η οποία αφενός μεν λιώνει τον πάγο (από πάγο 0 °C σε νερό 0 °C) και αφετέρου θερμαίνει το νερό που προκύπτει από το λιώσιμο του πάγου από τους 0 °C στους 10 °C. Επομένως:

$$Q_{\text{νερό}}^{\text{προσφερόμενο}} = Q_{\text{αλλαγή φάσης}}^{\text{απορροφούμενη}} + Q_{\text{θέρμανση νερού}}^{\text{απορροφούμενη}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_v \cdot c_v \cdot (30 - 10) = m_{\text{πάγου}} \cdot L_{\text{τήξης}} + m_{\text{πάγου}} \cdot c_v \cdot (10 - 0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_v \cdot 1 \cdot 20 = 25 \cdot 80 + 25 \cdot 1 \cdot 10 \Rightarrow \boxed{m_v = 112,5 \text{ g}}$$

ΑΦ2) Πόσα παγάκια μάζας 23 g σε αρχική θερμοκρασία -20 °C το καθένα χρειαζόμαστε για να κρυώσουμε ένα αναψυκτικό 250 mL αρχικής θερμοκρασία 25 °C, στους 0 °C; Δίνονται η ειδική θερμότητα του νερού 4190 J/(kg·°C) και του πάγου 2100 J/(kg·°C) η θερμότητα τήξης του πάγου $3,34 \cdot 10^5$ J/kg και η πυκνότητα του αναψυκτικού ίδια με την πυκνότητα του νερού, δηλαδή 1 g/cm³.

ΛΥΣΗ:

Αρχικά θα προσδιορίσουμε τη μάζα του αναψυκτικού από την πυκνότητα. Καθώς είναι

$$\rho_{\text{αναψ.}} = \frac{m_{\text{αναψ.}}}{V_{\text{αναψ.}}} \Rightarrow m_{\text{αναψ.}} = \rho_{\text{αναψ.}} \cdot V_{\text{αναψ.}} = 25 \text{ g}.$$

Το αναψυκτικό, που βρίσκεται σε υψηλότερη θερμοκρασία, δίνει θερμότητα στα παγάκια η οποία αφενός μεν τα θερμαίνει (από πάγο -23 °C σε πάγο 0 °C) και αφετέρου τα λιώνει (από πάγο στους 0 °C σε νερό στους 0 °C). Επομένως:

$$Q_{\text{αναψυκτικό}}^{\text{προσφερόμενο}} = Q_{\text{θέρμανση πάγου}}^{\text{απορροφούμενη}} + Q_{\text{τήξη πάγου}}^{\text{απορροφούμενη}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\text{αναψ.}} \cdot c_v \cdot (25 - 0) = m_{\text{πάγ.}} \cdot c_p \cdot [0 - (-23)] + m_{\text{πάγ.}} \cdot L_{\text{τήξης}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,25 \cdot 4190 \cdot (25 - 0) = m_{\text{πάγ.}} \cdot 2100 \cdot 23 + m_{\text{πάγ.}} \cdot 3,34 \cdot 10^5 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\text{πάγ.}} = 0,68 \text{ kg} = 68 \text{ g}$$

Με δεδομένο τώρα ότι κάθε παγάκι έχει μάζα 23 g θα χρειαστούν $68/23 \approx 3$ παγάκια.

ΑΦ3) Υπολογίστε τη θερμότητα που πρέπει να προσφέρουμε σε 5 kg πάγο θερμοκρασίας -20°C ώστε να μετατραπεί σε ατμό θερμοκρασίας 120°C . Δίνονται η ειδική θερμότητα του νερού $4186 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ του πάγου $2093 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ και του ατμού $2013 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ η θερμότητα τήξης του πάγου $3,34\cdot 10^5 \text{ J/kg}$ και η θερμότητα εξαέρωσης του νερού $2,26\cdot 10^6 \text{ J/kg}$. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της θερμοκρασίας με το χρόνο υποθέτοντας ότι η πηγή που θερμαίνει το δείγμα μας προσφέρει σε αυτό θερμότητα με σταθερό ρυθμό ίσο με 1550 J/s .

ΑΦ4) Προκειμένου να υπολογίσουμε τη θερμότητα τήξης του πάγου τοποθετούμε σε ένα θερμιδόμετρο μάζας 60 g πάγο μάζας 31 g και θερμοκρασίας 0°C . Μέσα στο θερμιδόμετρο υπάρχουν 170 g νερού θερμοκρασίας 20°C . Αφού λιώσει ο πάγος διαπιστώνουμε ότι η θερμοκρασία του νερού είναι $5,57^\circ\text{C}$. Υπολογίστε τη θερμότητα τήξης του πάγου. Δίνεται η ειδική θερμότητα του θερμιδόμετρου $900 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ και του νερού $4186 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$.

ΛΥΣΗ:

Η θερμότητα που απορροφά ο πάγος του παρέχεται από το νερό και το θερμιδόμετρο και αφενός μεν λιώνει τον πάγο, αφετέρου ζεσταίνει το νερό που προκύπτει. Επομένως:

$$Q_{\text{νερό}}^{\text{προσφερόμενο}} + Q_{\text{θερμιδομέτρου}}^{\text{προσφερόμενο}} = Q_{\text{πάγου}}^{\text{απορροφούμενη}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\text{νερού}} \cdot c_{\text{νερού}} \cdot \Delta\theta + m_{\text{θερμιδ.}} \cdot c_{\text{θερμιδ.}} \cdot \Delta\theta =$$

$$= m_{\text{πάγ.}} \cdot L_{\text{τήξης}} + m_{\text{πάγου}} \cdot c_{\text{νερού}} \cdot \Delta\theta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,17 \cdot 4186 \cdot (20 - 5,57) + 0,06 \cdot 900 \cdot (20 - 5,57) =$$

$$= 0,031 \cdot L_{\text{τήξης}} + 0,031 \cdot 4186 \cdot (5,57 - 0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{L_{\text{τήξης}} = 332.838 \text{ J/kg}}$$

AΦ5) Προκειμένου να υπολογίσουμε τη θερμότητα εξαέρωσης του νερού διοχετεύουμε ατμό θερμοκρασίας 100°C σε θερμιδόμετρο που περιέχει νερό μάζας 170 g αρχικής θερμοκρασίας $19,9^{\circ}\text{C}$. Μετά το πέρασμα του ατμού διαπιστώνουμε ότι η θερμοκρασία του νερού είναι ίση με 30°C η δε μάζα του έχει αυξηθεί κατά 3 g . Αν το θερμιδόμετρο έχει μάζα 60 g και ειδική θερμότητα $900\text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ ν υπολογίσετε τη θερμότητα εξαέρωσης του νερού. Δίνεται η ειδική θερμότητα του νερού $4186\text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$.

AΦ6) (Eisberg-Lerner Physics p. 766) Ένα κομμάτι πάγου μάζας 3 kg που βρίσκεται σε θερμοκρασία -10°C τοποθετείται μέσα σε ένα θερμιδόμετρο με αμελητέα θερμοχωρητικότητα το οποίο περιέχει νερό μάζας 5 kg σε θερμοκρασία 40°C . Θα λιώσει ολόκληρη η ποσότητα του πάγου; Δίνονται η ειδική θερμότητα του πάγου $0,5\text{ kcal}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$, η θερμότητα τήξης του πάγου 80 kcal/kg και η ειδική θερμότητα του νερού ίση με $1\text{ kcal}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$.

ΛΥΣΗ:

Η ελάχιστη θερμότητα που πρέπει να απορροφήσει ολόκληρη η ποσότητα του πάγου ώστε να λιώσει είναι ίση με τη θερμότητα που απαιτείται για να θερμανθεί από τους -10°C στους 0°C και τη θερμότητα ώστε να λιώσει και να μετατραπεί από πάγος 0°C σε υγρό επίσης 0°C . Δηλαδή:

$$\begin{aligned} Q_{\text{πάγου}} &= m_{\text{πάγου}} \cdot c_{\text{πάγου}} \cdot \Delta\theta + m_{\text{πάγου}} \cdot L_{\text{τήξης}} \Rightarrow \\ \Rightarrow Q_{\text{πάγου}} &= m_{\text{πάγου}} \cdot c_{\text{πάγου}} \cdot \Delta\theta + m_{\text{πάγου}} \cdot L_{\text{τήξης}} \Rightarrow \\ \Rightarrow Q_{\text{πάγου}} &= 3 \cdot 0,5 \cdot (0 - (-10)) + 3 \cdot 80 \Rightarrow Q_{\text{πάγου}} = 255\text{ kcal} \end{aligned}$$

Η μέγιστη θερμότητα που μπορεί να δώσει το νερό ώστε να λιώσει ολόκληρη η ποσότητα του πάγου είναι ίση με τη θερμότητα που προκύπτει από την μεταβολή της θερμοκρασίας του από τους 40°C σε νερό στους 0°C . Επομένως είναι:

$$Q_{\text{νερού}} = m_{\text{νερού}} \cdot c_{\text{νερού}} \cdot \Delta\theta = 5 \cdot 1 \cdot (40 - 0) \Rightarrow Q_{\text{νερού}} = 200\text{ kcal}$$

Παρατηρούμε ότι η μέγιστη θερμότητα που μπορεί να δώσει το νερό ψυχόμενο δεν επαρκεί για να λιώσει ολόκληρη η ποσότητα του πάγου, επομένως θα παραμείνει πάγος στο δοχείο.

AΦ7) Αν 10 g πάγου στους 0°C αναμειχθούν με νερό μάζας 50 g και θερμοκρασίας 80°C , ποια θα είναι η τελική θερμοκρασία του δείγματος; Δίνονται η ειδική θερμότητα του νερού $4190\text{ J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ και η θερμότητα τήξης του πάγου $3,34 \cdot 10^5\text{ J/kg}$.

Επαναλάβετε το προηγούμενο πρόβλημα αν η αρχική θερμοκρασία του νερού είναι 10°C . Σχολιάστε το αποτέλεσμα.

ΛΥΣΗ:

Θα υποθέσουμε ότι κατά την προηγούμενη ανάμειξη λιώνει ολόκληρη η ποσότητα του πάγου και το σύστημα φθάνει σε μια τελική θερμοκρασία ίση με θ . Αυτό σημαίνει ότι η θερμότητα που απορροφά ο πάγος για να λιώσει είναι ίση με τη θερμότητα που προσφέρει το νερό ψυχόμενο. Θα πρέπει λοιπόν να ισχύει:

$$Q_{\text{πάγου}}^{\text{απορροφούμενη}} = Q_{\text{νερού}}^{\text{προσφερόμενη}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\text{πάγου}} \cdot L_{\text{τήξης}} + m_{\text{πάγου}} \cdot c_{\text{νερού}} \cdot (\theta - 0) = m_{\text{νερού}} \cdot c_{\text{νερού}} \cdot (80 - \theta) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,01 \cdot 3,34 \cdot 10^5 + 0,01 \cdot 4190 \cdot (\theta - 0) = 0,05 \cdot 4190 \cdot (80 - \theta) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\theta = 53,4^{\circ}\text{C}}$$

Στην περίπτωση τώρα που η αρχική θερμοκρασία του νερού είναι 10°C , αν κάνουμε την ίδια υπόθεση και επαναλάβουμε τη ίδια διαδικασία με προηγουμένως καταλήγουμε ότι η τελική θερμοκρασία του μείγματος θα πρέπει να είναι $-4,95^{\circ}\text{C}$ πράγμα αδύνατο αφού η τελική θερμοκρασία θα πρέπει προφανώς να είναι μεταξύ 0 και 10°C . Αυτό σημαίνει ότι απλώς δεν μπορεί όλος ο πάγος να μετατραπεί σε υγρό.

* Σε ένα εκδρομικό γκαζάκι το 30% της ενέργειας που απελευθερώνεται κατά την καύση του αερίου θερμαίνει το νερό στο σκεύος που τοποθετούμε πάνω στο γκαζάκι. Αν ξεκινήσουμε να θερμαίνουμε μια ποσότητα νερού ίση με 1 kg από τους 20°C και κλείσουμε το γκαζάκι όταν έχουν εξατμιστεί 0,25 kg από το αρχικό νερό πόση ποσότητα αερίου ξοδέψαμε κατά τη θέρμανση; Δίνεται ότι το 1 g αερίου που καίγεται αποδίδει 46.000 J, ενώ δεν θα λάβετε υπόψη σας τη θέρμανση τους σκεύους αλλά μόνο του νερού.
