

**Συμπληρωματικά προβλήματα**

- 18.19** Πόσες θερμίδες χρειάζονται για να θερμανθούν καθένα από τα ακόλουθα από τους  $15^{\circ}\text{C}$  στους  $65^{\circ}\text{C}$ ; (α)  $5\text{ g}$  αλουμινίου, (β)  $5.0\text{ g}$  γυαλιού πυρέξ, (γ)  $20\text{ g}$  πλατίνας. Οι ειδικές θερμότητες, σε  $\text{cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$ , για το αλουμίνιο, το πυρέξ, και την πλατίνα είναι  $0.21$ ,  $0.20$ , και  $0.032$  αντίστοιχα. *Απάντηση:* (α)  $32\text{ cal}$ , (β)  $50\text{ cal}$ , (γ)  $32\text{ cal}$
- 18.20** Η καύση  $5.0\text{ g}$  ενός συγκεκριμένου είδους κάρβουνου, αυξάνει τη θερμοκρασία  $1000\text{ mL}$  νερού από τους  $15^{\circ}\text{C}$  στους  $47^{\circ}\text{C}$ . Υπολογίστε τη θερμική ενέργεια που παράγεται ανά γραμμάριο κάρβουνου. Αγνοήστε τη θερμική χωρητικότητα του κάρβουνου. *Απάντηση:*  $7.4\text{ kcal/g}$
- 18.21** Το πετρέλαιο καύσης έχει θερμότητα καύσης  $44\text{ MJ/kg}$ . Αν υποθέσουμε ότι το  $70\%$  της θερμότητας είναι φέλιμο, πόσα κιλά πετρελαίου απαιτούνται για να αυξηθεί η θερμοκρασία  $2000\text{ kg}$  νερού από τους  $15^{\circ}\text{C}$  στους  $99^{\circ}\text{C}$ ; *Απάντηση:*  $22\text{ kg}$
- 18.22** Αν προσθέσουμε  $50\text{ g}$  νερού θερμοκρασίας  $0^{\circ}\text{C}$  ακριβώς σε  $250\text{ g}$  νερού θερμοκρασίας  $90^{\circ}\text{C}$ , ποια θα είναι η τελική θερμοκρασία του νερού; *Απάντηση:*  $75^{\circ}\text{C}$
- 18.23** Βυθίζουμε ένα κομμάτι μετάλλου μάζας  $50\text{ g}$  και θερμοκρασίας  $95^{\circ}\text{C}$  σε  $250\text{ g}$  νερού θερμοκρασίας  $17.0^{\circ}\text{C}$ . Αν το νερό θερμαίνεται στους  $19.4^{\circ}\text{C}$ , ποια είναι η ειδική θερμότητα του μετάλλου; *Απάντηση:*  $0.16\text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$
- 18.24** Πόσο χρόνο χρειάζεται ένας θερμαντήρας ισχύος  $2.50\text{ W}$  για να βράσει  $400\text{ g}$  υγρού ηλίου στο σημείο βρασμού του ( $4.2\text{ K}$ ); Για το ήλιο  $L_v = 5.0\text{ cal/g}$ . *Απάντηση:*  $56\text{ min}$
- 18.25** Ένα χάλκινο θερμιδόμετρο μάζας  $55\text{ g}$  ( $c = 0.093\text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$ ) περιέχει  $250\text{ g}$  νερού σε θερμοκρασία  $18.0^{\circ}\text{C}$ . Τοποθέτηση ενός κράματος  $75\text{ g}$  θερμοκρασίας  $100^{\circ}\text{C}$  στο θερμιδόμετρο, έχει ως αποτέλεσμα η τελική θερμοκρασία να φτάσει τους  $20.4^{\circ}\text{C}$ . Ποια είναι η ειδική θερμότητα του κράματος; *Απάντηση:*  $0.10\text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$
- 18.26** Αν αναμείξουμε  $1.0\text{ kg}$  πάγου θερμοκρασίας  $0^{\circ}\text{C}$  ακριβώς με  $9.0\text{ kg}$  νερού θερμοκρασίας  $50^{\circ}\text{C}$ , ποια θα είναι η τελική θερμοκρασία του συστήματος; *Απάντηση:*  $37^{\circ}\text{C}$

- 18.27 Πόση θερμότητα απαιτείται για να μετατραπούν 10 g πάγου θερμοκρασίας 0 °C ακριβώς σε ατμό θερμοκρασίας 100 °C; *Απάντηση:* 7.2 kcal
- 18.28 Δύο κλά ατμού θερμοκρασίας 100 °C υγροποιούνται σε 500 kg νερού θερμοκρασίας 40 °C. Ποια είναι η τελική θερμοκρασία; *Απάντηση:* 51.8 °C
- 18.29 Η θερμότητα καύσης του αερίου αιθανίου είναι 373 kcal/mole. Αν υποθέσουμε ότι το 60.0% της θερμότητας είναι ωφέλιμο, πόσα λίτρα αιθανίου, σε συνθήκες S.T.P., πρέπει να καούν για να μετατρέψουν 50 kg νερού θερμοκρασίας 10.0 °C σε ατμό στους 100.0 °C; Ένα mole αερίου αιθανίου καταλαμβάνει 22.4 λίτρα σε θερμοκρασία 0 °C ακριβώς και πίεση 1 atm. *Απάντηση:*  $3.15 \times 10^3$  λίτρα
- 18.30 Υπολογίστε τη θερμότητα τήξης πάγου θερμοκρασίας 0 °C που προστίθεται σε νερό χρησιμοποιώντας τα ακόλουθα στοιχεία:

Μάζα θερμιδόμετρου	60 g
Μάζα θερμιδόμετρου και νερού	460 g
Μάζα θερμιδόμετρου, νερού και πάγου	618 g
Αρχική θερμοκρασία νερού	38.0 °C
Τελική θερμοκρασία μίγματος	5.0 °C
Ειδική θερμότητα θερμιδόμετρου	0.10cal/g·°C

*Απάντηση:* 80 cal/g

- 18.31 Προσδιορίστε το αποτέλεσμα όταν 100 g ατμού στους 100 °C ενσωματώνονται σε 200 g νερού και 20 g πάγου θερμοκρασίας 0 °C ακριβώς, σε ένα θερμιδόμετρο το οποίο είναι θερμικά ισοδύναμο με 30 g νερού. *Απάντηση:* Υγροποιήθηκαν 49 g ατμού και η τελική θερμοκρασία είναι 100 °C
- 18.32 Προσδιορίστε το αποτέλεσμα όταν 10 g ατμού στους 100 °C ενσωματώνονται σε 400 g νερού και 100 g πάγου θερμοκρασίας 0 °C ακριβώς, σε ένα θερμιδόμετρο το οποίο είναι θερμικά ισοδύναμο με 50 g νερού. *Απάντηση:* Έλυσαν 80 g πάγου και η τελική θερμοκρασία είναι 0°C.
- 18.33 Υποθέστε ότι ένα άτομο που καταναλώνει καθημερινά τροφή θερμικής αξίας 2500 Cal χάνει ισοδύναμη θερμότητα μέσω της εξάτμισης του νερού από το σώμα. Πόσο νερό εξατμίζεται κάθε μέρα; Στη θερμοκρασία του σώματος, η θερμότητα εξάτμισης του νερού  $L_v$  είναι περίπου 600 cal/g. *Απάντηση:* 4.17 kg
- 18.34 Πόσο χρόνο θα χρειαστεί ένας θερμαντήρας ισχύος 500W για να αυξήσει τη θερμοκρασία 400 g νερού από τους 15.0 °C στους 98.0 °C; *Απάντηση:* 278 s
- 18.35 Ένα τρυπάνι υποδύναμης 0.250 hp, αντί να εμβαθύνει μια τρύπα σε ένα κομμάτι σκληρό ξύλο, προκαλεί θέρμανση της ατσάλινης κεφαλής του μάζας 50.0 g. Αν υποθέσουμε ότι το 75.0% της ενέργειας που χάνεται λόγω τριβής προκαλεί τη θέρμανση της κεφαλής, κατά πόσο θα αυξηθεί η θερμοκρασία της μετά από 20.0 s; Για το ατσάλι,  $c = 450 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C}$ . *Απάντηση:* 124 °C
- 18.36 Μια συγκεκριμένη ημέρα, η θερμοκρασία είναι 20 °C και το σημείο δρόσου 5.0 °C. Ποια είναι η σχετική υγρασία; Ο κορεσμένος αέρας στους 20 °C και στους 5.0 °C περιέχει 17.12 g/m<sup>3</sup> και 6.80 g/m<sup>3</sup> νερού αντίστοιχα. *Απάντηση:* 40%
- 18.37 Πόσοι υδρατμοί υπάρχουν σε ένα δωμάτιο 105 m<sup>3</sup> μια ημέρα που στο δωμάτιο η σχετική υγρασία είναι 32% και η θερμοκρασία 20 °C; Ο κορεσμένος αέρας στους 20 °C περιέχει 17.12 g/m<sup>3</sup> νερού. *Απάντηση:* 0.58 kg
- 18.38 Αέρας θερμοκρασίας 30 °C και σχετικής υγρασίας 90% εισάγεται σε μια μονάδα κλιματιστικού μηχανήματος και ψύχεται στους 20 °C. Ταυτόχρονα, η σχετική υγρασία μειώνεται στο 50%. Πόσα γραμμάρια νερού απομακρύνει από ένα κυβικό μέτρο αέρα στους 30 °C το κλιματιστικό μηχάνημα; Ο κορεσμένος αέρας περιέχει 30.4 g/m<sup>3</sup> και 17.1 g/m<sup>3</sup> νερού στους 30 °C και τους 20 °C αντίστοιχα. *Απάντηση:* 19 g

### 18. Ποσότητες Θερμότητας

**18.20** Η καύση 5.0 g ενός συγκεκριμένου είδους κάρβουνου, αυξάνει τη θερμοκρασία 1000 mL νερού από τους 10 C<sup>0</sup> στους 47 C<sup>0</sup>. Υπολογίστε τη θερμική ενέργεια που παράγεται ανά γραμμάριο κάρβουνου. Αγνοήστε τη μικρή θερμοχωρητικότητα του κάρβουνου.

Λύση:

Το ποσό θερμότητας  $Q$  από την καύση του κάρβουνου αυξάνει την θερμοκρασία του νερού κατά  $\Delta\theta$  σύμφωνα με την σχέση:

$$Q = mc\Delta\theta$$

Για να βρούμε την μάζα  $m$  του νερού, χρησιμοποιούμε την πυκνότητά του  $\rho = 1 \text{ g}/(\text{cm})^3$ . Το λίτρο εξ' ορισμού ισούται με

$$1 \text{ L} = (\text{dm})^3 = (10^{-1}\text{m})^3$$

Επομένως το μιλι-λίτρο ισούται με

$$1 \text{ mL} = 10^{-3}(10^{-1}\text{m})^3 = (10^{-2}\text{m})^3 = (\text{cm})^3$$

Ο δεδομένος όγκος λοιπόν ισούται με

$$1000 \text{ mL} = 1000 (\text{cm})^3$$

και από την πυκνότητα του νερού μπορούμε να το μετατρέψουμε σε μάζα

$$m = 1000 \text{ g}$$

Το ποσό θερμότητας  $Q$  που δέχεται το νερό :

$$Q = mc\Delta\theta = 1000 \times 1 \times (47 - 10) = 37 \text{ kcal}$$

Η θερμική ενέργεια που παράγεται ανά γραμμάριο κάρβουνου ισούται με:

$$\frac{37 \text{ kcal}}{5 \text{ g}} = 7.4 \text{ kcal/g}$$

**18.21** Το πετρέλαιο καύσης έχει θερμότητα καύσης 44 MJ/kg. Εάν υποθέσουμε ότι το 70% της θερμότητας είναι ωφέλιμο, πόσα κιλά πετρελαίου απαιτούνται για να αυξηθεί η θερμοκρασία 2000 kg νερού από τους 20 C<sup>0</sup> στους 99 C<sup>0</sup>;

Λύση:

Όπως στο προηγούμενο πρόβλημα, απαιτείται ποσό θερμότητας  $Q$  για την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού κατά  $\Delta\theta$  σύμφωνα με την σχέση:

$$Q = mc\Delta\theta = 2 \times 10^6 \text{ g} \times 4.18 \frac{\text{J}}{\text{gC}^0} \times (99 - 20)\text{C}^0 = 660 \text{ MJ}$$

Εάν  $Q'$  είναι το ποσό θερμότητας από την καύση του πετρελαίου, μόνο 70% μεταφέρονται στο νερό και έτσι

$$Q = \frac{70}{100}Q' = 0.7Q' \Rightarrow Q' = \frac{Q}{0.7} = \frac{660}{0.7} = 943.5 \text{ MJ}$$

Από την αναλογία  $44 \text{ MJ/kg}$  έχουμε για την μάζα του πετρελαίου

$$m = \frac{\text{kg}}{44 \text{ MJ}} 943.5 \text{ MJ} = 21.4 \text{ kg}$$

18.25 Ένα χάλκινο θερμιδόμετρο μάζας  $55 \text{ g}$  ( $c = 0.093 \text{ cal/g} \cdot \text{C}^0$ ) περιέχει  $250 \text{ g}$  μάζας νερού σε θερμοκρασία  $18 \text{ C}^0$ . Η τοποθέτηση ενός κράματος  $75 \text{ g}$  θερμοκρασίας  $100 \text{ C}^0$  στο θερμιδόμετρο, έχει ως αποτέλεσμα η τελική θερμοκρασία να φτάσει στους  $20.4 \text{ C}^0$ . Ποια είναι η ειδική θερμότητα του θερμιδόμετρου;

Λύση:

Σε αυτό το πρόβλημα έχουμε τρία σώματα τα οποία ανταλλάσσουν ποσά θερμότητας μέχρι την τελική θερμοκρασία. Επομένως

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$m_1 c_1 \Delta\theta_1 + m_2 c_2 \Delta\theta_2 + m_3 c_3 \Delta\theta_3 = 0$$

όπου οι δείκτες 1, 2 και 3 αναφέρονται στο θερμιδόμετρο, το νερό και το κράμα αντίστοιχα. Αντικαθιστώντας

$$55 \times 0.093 \times (20.4 - 18.0) + 250 \times 1 \times (20.4 - 18.0) + 75 c_3 \times (20.4 - 100) = 0$$

Λύνοντας παίρνουμε  $c_3 = 0.102 \text{ cal/g} \cdot \text{C}^0$