VERIFICA

Verifica di fine parte · I fenomeni termici

Tempo indicativo: 100 minuti · Punteggio totale: 100 punti

Fisica 2 · Parte IV · I fenomeni termici · versione 1.0
Verifica: Verifica di fine parte · I fenomeni termici · pagine 339–344 del volume completo · estratto per lo studio

La verifica riguarda i capitoli 11–13. È ammessa la calcolatrice scientifica. Scrivi sempre le formule che usi, i passaggi e le unità di misura: un risultato senza unità è considerato incompleto. Esprimi i risultati con un numero di cifre significative coerente con i dati. Ricorda la convenzione dei segni: $Q > 0$ se un corpo assorbe calore, $Q < 0$ se lo cede. Dove non è indicato diversamente usa $c_{\text{acqua}} = 4186$ J/(kg·K), $c_{\text{ghiaccio}} = 2100$ J/(kg·K), $L_f = 3{,}34 \times 10^5$ J/kg e $L_v = 2{,}26 \times 10^6$ J/kg per l'acqua, e trascura gli scambi di calore con l'ambiente.

Parte A · Domande a scelta multipla (10 domande, 2 punti ciascuna)

1. ● Una temperatura di 300 K corrisponde a:
   - **A.** 573,15 °C
   - **B.** 26,85 °C
   - **C.** −26,85 °C
   - **D.** 300 °C

2. ● Una variazione di temperatura di 25 °C corrisponde a una variazione di:
   - **A.** 25 K
   - **B.** 298 K
   - **C.** 248 K
   - **D.** 45 K

3. ●● Una rotaia d'acciaio ($\lambda = 1{,}2 \times 10^{-5}$ K^{-1}) lunga 10 m si scalda di 40 °C. Si allunga di:
   - **A.** 0,48 mm
   - **B.** 48 mm
   - **C.** 4,8 mm
   - **D.** 4,8 cm

4. ●● Una lastra metallica con un foro circolare viene scaldata in modo uniforme. Il diametro del foro:
   - **A.** diminuisce
   - **B.** resta uguale
   - **C.** prima diminuisce, poi aumenta
   - **D.** aumenta

5. ● Nel SI la capacità termica di un corpo si misura in:
   A. J/K
   B. J/(kg·K)
   C. J/kg
   D. W/(m·K)

6. ●● A 0,50 kg di acqua si forniscono 8,4 kJ, senza passaggi di stato. La temperatura aumenta di circa:
   A. 2,0 °C
   B. 8,0 °C
   C. 4,0 °C
   D. 17 °C

7. ● Il manico di metallo di una padella sul fuoco scotta, quello di legno no, perché:
   A. il metallo ha un calore specifico maggiore del legno
   B. il metallo è un conduttore termico molto migliore del legno
   C. il legno è sempre più freddo del metallo
   D. il legno riflette l'irraggiamento della fiamma

8. ●● Si mescolano 2,0 kg di acqua a 10 °C e 1,0 kg di acqua a 70 °C, in un recipiente isolato. La temperatura di equilibrio è:
   A. 40 °C
   B. 50 °C
   C. 35 °C
   D. 30 °C

9. ● Il calore latente di vaporizzazione dell'acqua a 100 °C è $2{,}26 \times 10^6$ J/kg. Significa che:
   A. 1 kg di vapore a 100 °C contiene $2{,}26 \times 10^6$ J di calore
   B. per scaldare 1 kg di acqua di 1 K servono $2{,}26 \times 10^6$ J
   C. per vaporizzare 1 kg di acqua a 100 °C servono $2{,}26 \times 10^6$ J
   D. per scaldare 1 kg di acqua da 0 °C a 100 °C servono $2{,}26 \times 10^6$ J

10. ●● 0,40 kg di acqua a 0 °C solidificano completamente, diventando ghiaccio a 0 °C. Nel passaggio l'acqua:
    A. assorbe $1{,}3 \times 10^5$ J
    B. cede $1{,}3 \times 10^5$ J
    C. cede $6{,}7 \times 10^3$ J
    D. non scambia calore, perché la temperatura non cambia

Parte B · Esercizi (5 esercizi, 6 punti ciascuno)

11. ●● Una ricetta americana indica di cuocere un dolce in forno a 350 °F. a) Converti la temperatura in gradi Celsius (2 punti). b) Esprimila in kelvin (2 punti). c) Esiste una temperatura che ha lo stesso valore numerico in gradi Celsius e in gradi Fahrenheit? Trovala (2 punti).

12. ●● Le rotaie d'acciaio ($\lambda = 1{,}2 \times 10^{-5}\ \text{K}^{-1}$) di una ferrovia sono lunghe 18 m e vengono posate a 10 °C. In estate possono arrivare a 45 °C. a) Di quanto si allunga una rotaia (2 punti)? b) Quale spazio minimo bisogna lasciare fra due rotaie consecutive (2 punti)? c) Se lo spazio lasciato fosse solo 5,0 mm, a quale temperatura le rotaie arriverebbero a toccarsi (2 punti)?

13. ●● Un cilindro metallico di 0,250 kg, tenuto in acqua bollente a 100,0 °C, viene immerso in 0,400 kg di acqua a 18,0 °C, in un recipiente isolato di capacità termica trascurabile. La temperatura di equilibrio è 22,5 °C. a) Calcola il calore assorbito dall'acqua (2 punti). b) Calcola il calore specifico del metallo (2 punti). c) Fra alluminio (900 J/(kg·K)), ferro (450 J/(kg·K)) e rame (385 J/(kg·K)), di quale metallo si tratta? (2 punti)

14. ●● Una finestra ha un vetro singolo di area 1,5 m^2 e spessore 4,0 mm ($\kappa = 0{,}80$ W/(m·K)); le due facce del vetro hanno temperature che differiscono di 1,5 °C. a) Quanto calore attraversa il vetro ogni secondo (2 punti)? b) Quanta energia, in kilowattora, si disperde in 8,0 ore (2 punti)? c) Spiega perché un doppio vetro, con uno strato d'aria ferma fra le lastre, riduce molto la dispersione (2 punti).

15. ●● Una pentola contiene 2,0 kg di acqua che bolle a 100 °C su un fornello che le fornisce 1,5 kW. a) Quanta acqua evapora in 10 minuti (2 punti)? b) Perché la temperatura dell'acqua non sale, pur ricevendo energia (2 punti)? c) In montagna l'acqua bolle a 90 °C: con lo stesso fornello, quanto tempo serve per portare 2,0 kg di acqua da 20 °C all'ebollizione, e quanto ne servirebbe al livello del mare (2 punti)?

Parte C · Problemi (3 problemi, 50 punti in totale)

16. ●● **(15 punti)** Una pentola di alluminio di 0,80 kg contiene 1,5 kg di acqua; pentola e acqua sono inizialmente a 15 °C e vengono scaldate fino a 95 °C su una piastra elettrica da 2,0 kW. Per l'alluminio $c = 900$ J/(kg·K) e $\lambda = 2{,}3 \times 10^{-5}\ \text{K}^{-1}$. a) Calcola il calore assorbito dall'acqua (3 punti). b) Calcola il calore assorbito dalla pentola (3 punti). c) Se l'80% dell'energia fornita dalla piastra va a pentola e acqua, quanto tempo serve (3 punti)? d) Il bordo della pentola ha un diametro di 20,0 cm a 15 °C: di quanto aumenta a 95 °C (3 punti)? e) Il coperchio è d'acciaio ($\lambda = 1{,}2 \times 10^{-5}\ \text{K}^{-1}$) e a 15 °C ha lo stesso diametro del bordo. Scaldandosi insieme, il coperchio entra nel bordo con più gioco o più a fatica di prima? Giustifica con un calcolo (3 punti).

17. ●●● **(20 punti)** In un thermos, di capacità termica trascurabile e ben isolato, ci sono 0,400 kg di succo di frutta a 24,0 °C (consideralo acqua). Si aggiungono tre cubetti di ghiaccio da 25 g ciascuno, presi dal congelatore a −18,0 °C. a) Calcola il calore necessario per portare i tre cubetti a 0 °C (3 punti). b) Calcola il calore necessario per fonderli completamente (3 punti). c) Calcola il calore che il succo può cedere scendendo fino a 0 °C (3 punti). d) Il ghiaccio fonde tutto? Giustifica (2 punti). e) Calcola la temperatura finale del succo (5 punti). f) Quanti cubetti uguali, al massimo, si potrebbero mettere in tutto nel succo perché fondano completamente? (4 punti)

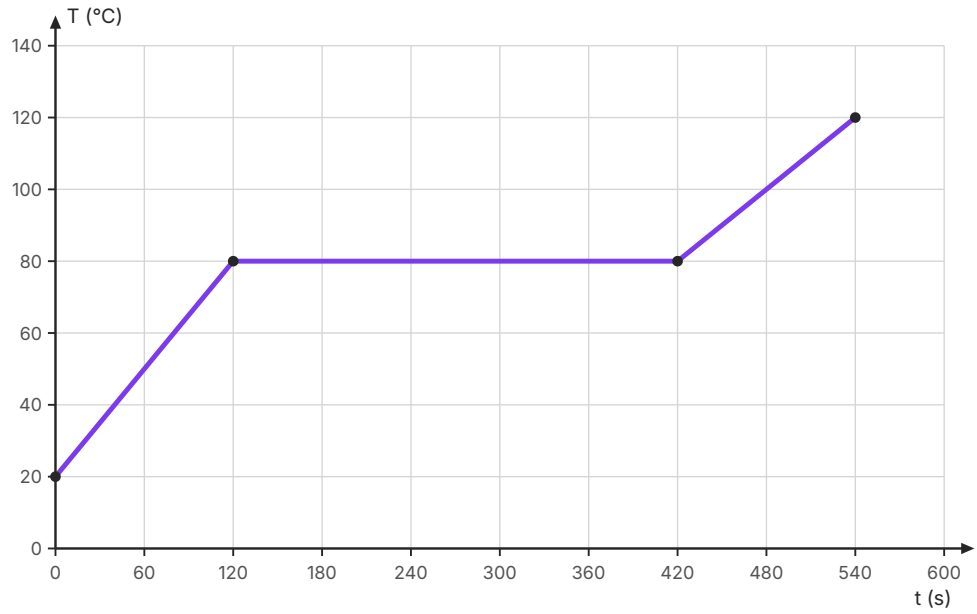


Figura V4.1 Temperatura di un campione di 0,200 kg di una sostanza pura, scaldato con una potenza costante di 100 W (problema 18).

18. ●● **(15 punti)** Un campione di 0,200 kg di una sostanza pura, inizialmente solida a 20 °C, viene scaldato da una resistenza che gli fornisce 100 W, tutti assorbiti dal campione. La Figura V4.1 mostra la sua temperatura in funzione del tempo. a) A quale temperatura fonde la sostanza? In quale stato si trova a $t = 60$ s, a $t = 250$ s e a $t = 500$ s (3 punti)? b) Calcola il calore latente di fusione (4 punti). c) Calcola il calore specifico della sostanza allo stato solido e allo stato liquido (4 punti). d) Spiega, senza calcoli, perché il tratto del liquido è meno ripido di quello del solido (2 punti). e) Se in realtà il 20% della potenza della resistenza andasse disperso nell'aria, il calore latente calcolato in b) sarebbe troppo alto o troppo basso? Di quanto (2 punti)?

Griglia di valutazione Punti per sezione.

Sezione	Contenuto	Punti
Parte A	domande 1–10 × 2 punti	20
Parte B	esercizi 11–15 × 6 punti	30
Parte C	problema 16 (15), problema 17 (20), problema 18 (15)	50
Totale		**100**

Dal punteggio al voto Corrispondenza indicativa fra punteggio e voto in decimi.

Punteggio	0–24	25–34	35–44	45–54	55–64	65–74	75–84	85–94	95–100
Voto	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Soluzioni

1. B (2 punti). $T_C = T_K - 273{,}15 = 300 - 273{,}15 = 26{,}85$ °C.

2. A (2 punti). Le scale Celsius e Kelvin hanno gradi della stessa ampiezza: una differenza di temperatura ha lo stesso valore.

3. C (2 punti). $\Delta l = \lambda l_0 \Delta T = 1{,}2 \times 10^{-5}\ \text{K}^{-1} \times 10\ \text{m} \times 40\ \text{K} = 4{,}8 \times 10^{-3}\ \text{m} = 4{,}8\ \text{mm}$.

4. D (2 punti). La lastra si dilata in tutte le direzioni come un ingrandimento fotografico: anche il foro si allarga, nella stessa proporzione.

5. A (2 punti). $C = Q/\Delta T$: joule al kelvin. J/(kg·K) è l'unità del calore specifico, J/kg quella del calore latente, W/(m·K) quella della conducibilità termica.

6. C (2 punti). $\Delta T = Q/(mc) = 8400\ \text{J} / (0{,}50\ \text{kg} \times 4186\ \text{J/(kg·K)}) \approx 4{,}0$ K, cioè 4,0 °C.

7. B (2 punti). Il calore arriva al manico per conduzione; la conducibilità termica dei metalli è centinaia di volte maggiore di quella del legno.

8. D (2 punti). $T_e = (2{,}0 \times 10 + 1{,}0 \times 70)/(2{,}0 + 1{,}0)$ °C = 30 °C: la media pesata è più vicina alla temperatura della massa maggiore.

9. C (2 punti). Il calore latente è il calore necessario al passaggio di stato di 1 kg di sostanza che si trova già alla temperatura del passaggio. Un corpo non «contiene calore».

10. B (2 punti). Nella solidificazione il corpo cede calore: $Q = -mL_f = -0{,}40\ \text{kg} \times 3{,}34 \times 10^5\ \text{J/kg} \approx -1{,}3 \times 10^5$ J.

11. a) $T_C = (T_F - 32)/1{,}8 = (350 - 32)/1{,}8$ °C ≈ 177 °C (2 punti). b) $T_K = 176{,}7 + 273{,}15 \approx 450$ K (2 punti). c) Si pone $T_F = T_C = x$: $x = 1{,}8x + 32 \Rightarrow -0{,}8x = 32 \Rightarrow x = -40$: −40 °C = −40 °F (2 punti).

12. a) $\Delta l = \lambda l_0 \Delta T = 1{,}2 \times 10^{-5}\ \text{K}^{-1} \times 18\ \text{m} \times 35\ \text{K} \approx 7{,}6 \times 10^{-3}\ \text{m} = 7{,}6\ \text{mm}$ (2 punti). b) Ogni rotaia si allunga di 3,8 mm per parte: lo spazio fra due rotaie deve accogliere metà dell'allungamento di ciascuna, cioè in totale 7,6 mm (2 punti). c) $\Delta T = \Delta l/(\lambda l_0) = 5{,}0 \times 10^{-3}\ \text{m} / (1{,}2 \times 10^{-5}\ \text{K}^{-1} \times 18\ \text{m}) \approx 23$ K: a circa 10 °C + 23 °C ≈ 33 °C (2 punti).

13. a) $Q_{acqua} = 0{,}400\ \text{kg} \times 4186\ \text{J/(kg·K)} \times 4{,}5\ \text{K} \approx 7{,}53 \times 10^3$ J (2 punti). b) Il metallo cede lo stesso calore: $c = 7{,}53 \times 10^3\ \text{J} / (0{,}250\ \text{kg} \times 77{,}5\ \text{K}) \approx 3{,}9 \times 10^2$ J/(kg·K) (2 punti). c) Il valore più vicino è quello del rame, 385 J/(kg·K) (2 punti).

14. a) $Q/\Delta t = \kappa S \Delta T/d = 0{,}80\ \text{W/(m·K)} \times 1{,}5\ \text{m}^2 \times 1{,}5\ \text{K} / 0{,}0040\ \text{m} = 4{,}5 \times 10^2$ W (2 punti). b) 0,45 kW × 8,0 h = 3,6 kWh (2 punti). c) L'aria ferma ha una conducibilità termica circa trenta volte minore del vetro (0,026 W/(m·K)); lo strato è così sottile che l'aria quasi non si muove, quindi non ci sono moti convettivi apprezzabili: la potenza trasmessa diminuisce molto (2 punti).

15. a) $Q = 1{,}5 \times 10^3\ \text{W} \times 600\ \text{s} = 9{,}0 \times 10^5$ J; $m = Q/L_v = 9{,}0 \times 10^5\ \text{J} / 2{,}26 \times 10^6\ \text{J/kg} \approx 0{,}40$ kg (2 punti). b) Durante l'ebollizione l'energia ricevuta serve al passaggio di stato, a separare le particelle, e non ad aumentarne l'agitazione: a pressione costante la temperatura resta quella di ebollizione (2 punti). c) In montagna: $\Delta t = mc\Delta T/P = 2{,}0\ \text{kg} \times 4186\ \text{J/(kg·K)} \times 70\ \text{K} / 1500\ \text{W} \approx 3{,}9 \times 10^2$ s (circa 6,5 minuti); al livello del mare, con $\Delta T = 80$ K, $\approx 4{,}5 \times 10^2$ s (circa 7,4 minuti) (1 punto ciascuno).

16. a) $Q_{acqua} = 1{,}5\ \text{kg} \times 4186\ \text{J/(kg·K)} \times 80\ \text{K} \approx 5{,}02 \times 10^5$ J (3 punti). b) $Q_{pentola} = 0{,}80\ \text{kg} \times 900\ \text{J/(kg·K)} \times 80\ \text{K} \approx 5{,}76 \times 10^4$ J (3 punti). c) Calore utile $5{,}60 \times 10^5$ J; energia fornita $5{,}60 \times 10^5\ \text{J} / 0{,}80 = 7{,}00 \times 10^5$ J; $\Delta t = 7{,}00 \times 10^5\ \text{J} / 2{,}0 \times 10^3\ \text{W} \approx 3{,}5 \times 10^2$ s, circa 6 minuti (3 punti). d) $\Delta d = \lambda d_0 \Delta T = 2{,}3 \times 10^{-5}\ \text{K}^{-1} \times 0{,}200\ \text{m} \times 80\ \text{K} \approx 3{,}7 \times 10^{-4}\ \text{m} = 0{,}37$ mm (3 punti). e) Il coperchio d'acciaio si allarga di $1{,}2 \times 10^{-5} \times 0{,}200\ \text{m} \times 80\ \text{K} \approx 0{,}19$ mm, meno del bordo: il coperchio entra con più gioco, perché lo spazio libero fra coperchio e bordo aumenta di circa 0,18 mm (3 punti).

17. a) $Q_1 = 0{,}075\ \text{kg} \times 2100\ \text{J/(kg·K)} \times 18{,}0\ \text{K} \approx 2{,}84 \times 10^3\ \text{J}$ (3 punti). b) $Q_2 = 0{,}075\ \text{kg} \times 3{,}34 \times 10^5\ \text{J/kg} \approx 2{,}51 \times 10^4\ \text{J}$ (3 punti). c) $Q_{\text{disp}} = 0{,}400\ \text{kg} \times 4186\ \text{J/(kg·K)} \times 24{,}0\ \text{K} \approx 4{,}02 \times 10^4\ \text{J}$ (3 punti). d) Sì: il calore necessario, $2835\ \text{J} + 25\,050\ \text{J} \approx 2{,}79 \times 10^4\ \text{J}$, è minore del disponibile, $4{,}02 \times 10^4\ \text{J}$ (2 punti). e) Bilancio $\Sigma Q = 0$: $0{,}400 \times 4186 \times (T_e - 24{,}0) + 2835 + 25\,050 + 0{,}075 \times 4186 \times T_e = 0$ (3 punti) $\Rightarrow 1988\ T_e = 40\,186 - 27\,885 = 12\,301 \Rightarrow T_e \approx 6{,}2\ ^\circ\text{C}$ (2 punti). f) Ogni cubetto richiede $0{,}025\ \text{kg} \times (2100\ \text{J/(kg·K)} \times 18\ \text{K} + 3{,}34 \times 10^5\ \text{J/kg}) \approx 9{,}30 \times 10^3\ \text{J}$ (2 punti); $4{,}02 \times 10^4\ \text{J} / 9{,}30 \times 10^3\ \text{J} \approx 4{,}3$: al massimo 4 cubetti fondono tutti; con il quinto il disponibile non basta e il succo resta a 0 °C con del ghiaccio (2 punti).

18. a) Il tratto orizzontale è a 80 °C: la sostanza fonde a 80 °C (1 punto). A 60 s è solida, a 250 s è in parte solida e in parte liquida (sta fondendo), a 500 s è liquida (2 punti). b) La fusione dura da 120 s a 420 s, cioè 300 s: $Q = P\Delta t = 100\ \text{W} \times 300\ \text{s} = 3{,}0 \times 10^4\ \text{J}$ (2 punti); $L_f = Q/m = 3{,}0 \times 10^4\ \text{J} / 0{,}200\ \text{kg} = 1{,}5 \times 10^5\ \text{J/kg}$ (2 punti). c) Solido: in 120 s, $Q = 1{,}2 \times 10^4\ \text{J}$ e $\Delta T = 60\ \text{K}$, $c = 1{,}2 \times 10^4\ \text{J} / (0{,}200\ \text{kg} \times 60\ \text{K}) = 1{,}0 \times 10^3\ \text{J/(kg·K)}$ (2 punti). Liquido: in 120 s, $\Delta T = 40\ \text{K}$, $c = 1{,}2 \times 10^4\ \text{J} / (0{,}200\ \text{kg} \times 40\ \text{K}) = 1{,}5 \times 10^3\ \text{J/(kg·K)}$ (2 punti). d) A potenza costante la pendenza $\Delta T/\Delta t = P/(mc)$ è inversamente proporzionale al calore specifico: il liquido ha calore specifico maggiore e si scalda più lentamente (2 punti). e) Troppo alto: la potenza davvero assorbita sarebbe 80 W, quindi $L_f = 80\ \text{W} \times 300\ \text{s} / 0{,}200\ \text{kg} = 1{,}2 \times 10^5\ \text{J/kg}$; il valore calcolato supera quello vero del 25% (2 punti).