

ESERCIZIARIO FISICA APPLICATA

PARTE IV – Fenomeni Termici e Sistemi Biologici

1. Quale temperatura nella scala Celsius corrisponde a 100° nella scala Fahrenheit? **[37.7 °C]**
2. Quale temperatura nella scala Fahrenheit corrisponde a 50° nella scala Celsius? **[122 °F]**
3. Per quale temperatura le letture nelle scale Celsius e Fahrenheit sono uguali? **[- 40°]**
4. Trovare la quantità di calore (in Joule e in kilocalorie) necessaria per aumentare la temperatura di 650 g di acqua da 22°C a 85°C . Di quanto aumenta la temperatura di 1:25 kg di acqua se si fornisce una quantità di calore pari a $2 \times 10^3 \text{ J}$? **[171 kJ; 0.38 K]**
5. Di quanto aumenta la temperatura di 750 g di etanolo (calore specifico $2430 \text{ J}=\text{kg}^\circ\text{C}$) se si fornisce una quantità di calore pari a 35 kcal? **[80.35 K]**
6. Un sasso di 0:4 kg cade da un'altezza di 1200m su un contenitore contenente 2:5 kg di acqua. Di quanto aumenta la temperatura dell'acqua? **[0.45 K]**
7. Determinare la capacità termica di un recipiente di alluminio di 350 g (calore specifico: $0:214 \text{ kcal}=\text{kg}^\circ\text{C}$) **[313,4 J/K]**
8. Per aumentare la temperatura di 350 g di piombo da 0°C a 20°C occorrono 880 J. Quanto vale il calore specifico del piombo? **[125,7 J/(kg K)]**
9. Un vaso contenente 100 g di triclorometano a 35°C viene immerso in un recipiente contenente 1.75 kg di acqua a 18°C . Dopo un certo tempo il triclorometano e l'acqua raggiungono la comune temperatura finale di 18.22°C . Determinare il calore specifico del triclorometano. **[960 J/(kg K)]**
10. A partire dalla situazione finale dell'esercizio precedente, dal vaso evaporano 50 g di triclorometano e la temperatura scende di 1.8°C . Quanto vale il calore latente di evaporazione del triclorometano (cloroformio)? **[1728 J/kg]**
11. Un chiodo di ferro (massa 5 g, calore specifico $0.115 \text{ kcal}=\text{kg}^\circ\text{C}$) viene battuto con un martello di massa 0.45 kg. La velocità del martello quando colpisce il chiodo è di 9 m/s. Se metà dell'energia cinetica del martello si converte in energia interna del chiodo, quante volte bisogna colpirlo perché la sua temperatura aumenti di 25°C ? **[7]**
12. La perdita di calore dovuta alla sudorazione normale e quasi non percepibile, è pari a 10 kcal/h (escludendo le 7 kcal/h perse per via respiratoria). Qual è il valore normale della velocità di perdita d'acqua attraverso la pelle? **[0.07 g/s]**
13. Conoscendo il calore latente di vaporizzazione dell'acqua ($\lambda = 540 \text{ cal/g}$) si stimi quanta energia bisogna fornire ad una molecola d'acqua per farla passare dal liquido al vapore. **[2260 kJ]**
14. Quanta energia occorre per trasformare 100 g di ghiaccio a 0°C in acqua a 20°C ? Come viene utilizzata tale energia a livello microscopico? **[41768 J]**

15. Un bicchiere avente capacità di 150 cm^3 è riempito a metà con acqua (alla temperatura iniziale di 40°C). Il bicchiere viene successivamente riempito aggiungendo olio freddo (densità 0.8 g/cm^3 ; temperatura 10°C). La temperatura finale del miscuglio diventa 25°C . Si calcolino: a) la massa dell'olio e quella del miscuglio; b) la quantità di calore ceduta dall'olio all'acqua; c) il calore specifico dell'olio. **[a) 60 g; 135 g; b) 4707 J; c) 0.005 J/kg°C]**
16. Calcolare la quantità di calore che occorre fornire a 50 g di ghiaccio inizialmente alla temperatura di -40°C per trasformarlo in 50 g di acqua a temperatura ambiente (Calore specifico del ghiaccio: 0.5 cal/g). **[16817 J]**
17. Un uomo ha una superficie della pelle pari a 1.7 m^2 . Se è nudo circa 1.5 m^2 di superficie sono interessati alla perdita convettiva di calore. Se la temperatura ambiente è di 22°C e la velocità del vento è di 1 m/s , il coefficiente di convezione K_2 è uguale a $12 \text{ kcal/m}^2\text{hK}$. Quanto calore fluisce fuori dal corpo in un'ora? (Si assuma che la temperatura della pelle sia di 32°C). **[75312 J/h]**
18. L'area del corpo umano interessata al trasferimento di calore per radiazione è di circa 1.5 m^2 . L'emissività di tutti i pigmenti della pelle è molto prossima all'unità: a) Calcolare la costante di Stefan-Boltzmann in unità di $\text{kcal/m}^2\text{hK}^4$; b) Calcolare (usando i dati dell'esercizio precedente) la perdita di energia per radiazione dal corpo nudo. **[747.36 J/h]**
19. Il coefficiente di dilatazione lineare dell'acciaio è $12 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Qual è la variazione della lunghezza di un ponte di acciaio di 25m quando subisce una variazione di temperatura di 40K ? **[1,2 cm]**
20. Il coefficiente di dilatazione lineare del piombo è $29 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. A quale variazione di temperatura è dovuto un allungamento di 3.0mm di una barra lunga 10m? **[10.3 K]**
21. Il coefficiente di dilatazione lineare dell'alluminio è $24 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ e la sua densità a 0°C è $2.70 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Qual è la sua densità 300°C ? **[2.64 10^3 kg/m^3]**
22. Una palla di rame con raggio di 1.5cm viene riscaldata finché il suo diametro aumenta di 0.19mm. Assumendo che la temperatura della stanza sia di 22°C , calcola la temperatura finale della palla? Il coefficiente di dilatazione lineare del rame è $17 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. **[33 °C]**
23. Il coefficiente di dilatazione lineare dell'alluminio è $24 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ e quello di dilatazione volumica dell'olio d'oliva è $0.68 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. Un apprendista cuoco, per predisporre la frittura delle patatine, riempie di olio una pentola da un litro fino al bordo e riscalda la pentola e l'olio, da una temperatura iniziale di 15°C fino a 190°C . L'olio, con sua grande sorpresa, trabocca. Di quanto? **[7 10^{-6} m^3]**
24. Quanto calore è necessario per portare la temperatura di una palla di piombo di 225g da 15°C a 25°C ? Il calore specifico del piombo è $128 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$. **[288 J]**
25. Correndo su un tapis roulant per 10 minuti, un ragazzo consuma 17 kcal. Un altro ragazzo si esercita invece sollevando di 50 cm due pesi da 2.5 kg. Quante ripetizioni di questo esercizio sono equivalenti a 10 minuti di corsa? **[2900]**
26. Una teiera elettrica in alluminio ha una massa di 500g e una potenza elettrica di 500W. Per quanto tempo deve essere riscaldato 1.0kg d'acqua per passare da 18°C a 98°C ? Il calore specifico dell'alluminio è $900 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$. **[12 minuti]**

27. Calcola quanto calore fluisce in 1.0s attraverso una mattonella di piombo lunga 15cm se la differenza di temperatura fra le due estremità della mattonella è di 9.5°C. La sezione trasversale della mattonella è 14cm² e il coefficiente di conducibilità termica del piombo è 34.2 W/(m·K). **[37.5 kJ]**
28. Il raggio del Sole è 6.95·10⁸ m. Esso irradia calore con una potenza di 5.32·10²⁶ W. Supponendo che sia un emettitore perfetto, qual è la temperatura della sua superficie? La costante di Stefan-Boltzmann è 5.67·10⁻⁸ W/(m² K⁴). **[2490 J/kg K]**
29. Se vengono forniti 2200J di calore a un oggetto di 190g, la sua temperatura aumenta di 12°C: (a) Qual è la capacità termica dell'oggetto? (b) Quale è il suo calore specifico? **[183.3 J/K; 964.9 J/kg K]**
30. Alcune palline d'argento da 1.0 g ciascuna, alla temperatura di 85°C, sono immerse in 220g di acqua a 14°C. Il calore specifico dell'argento è 234 J/(kg ·K). Supponendo che non ci sia scambio di calore con l'ambiente esterno, quante palline devono essere utilizzate per portare la temperatura di equilibrio del sistema a 25°C? **[722]**
31. Una palla di piombo di 235 g alla temperatura di 84.2°C è posta in un calorimetro di piccola capacità termica, che contiene 177g di acqua a 21.5°C. Calcolare la temperatura di equilibrio del sistema. Il calore specifico del piombo è 128J/(kg·K). **[297 K]**
32. Per determinare il calore specifico di un oggetto, uno studente lo riscalda in acqua bollente a 100°C. Successivamente mette l'oggetto, di massa 38g, in un calorimetro in alluminio di 155 g, che contiene 103 g d'acqua. La temperatura sia dell'alluminio sia dell'acqua è inizialmente di 20°C e tutto il sistema è termicamente isolato dall'ambiente circostante. Se la temperatura finale è 22°C, qual è il calore specifico dell'oggetto? Il calore specifico dell'alluminio è 900 J/(kg·K). **[384 J/kg K]**
33. Calcola quanto calore fluisce in 1.0s attraverso una mattonella di piombo lunga 15cm se la differenza di temperatura fra le due estremità della mattonella è di 9.5°C. La sezione trasversale della mattonella è 14cm² e il coefficiente di conducibilità termica del piombo è 34.2 W/(m·K). **[3 J/s]**
34. Il raggio del Sole è 6.95·10⁸ m. Esso irradia calore con una potenza di 5.32·10²⁶ W. Supponendo che sia un emettitore perfetto, qual è la temperatura della sua superficie? La costante di Stefan-Boltzmann è 5.67·10⁻⁸ W/(m² K⁴). **[8800 K]**
35. Quanta potenza fornisce una sfera di raggio 10cm se ha un'emittività $\epsilon = 1.00$ e viene mantenuta a una temperatura di 400K? La costante di Stefan-Boltzmann è 5.67·10⁻⁸ W/(m² ·K⁴). **[14.75 W]**
36. Due aste di metallo cilindriche, una di rame e l'altra di piombo, sono collegate in parallelo con una temperatura di 21°C a un'estremità e di 112°C all'altra. Entrambe le aste misurano 0.650m in lunghezza e l'asta di piombo ha un diametro di 2.76cm. Se il flusso di calore totale attraverso le aste è 33.2 J/s, qual è il diametro dell'asta di rame? Il coefficiente di conducibilità termica del rame è 395W/(m·K), quello del piombo 34.2W/(m·K). **[2.67 cm]**

37. Due aste di metallo con identica sezione trasversale, una di piombo e l'altra di alluminio, sono connesse in serie a una temperatura di 20.0°C dalla parte del piombo e di 80.0°C dalla parte dell'alluminio. La temperatura della giunzione piombo-alluminio è di 50°C e l'asta di piombo è lunga 14cm . Quanto è lunga l'asta di alluminio? Il coefficiente di conducibilità termica dell'alluminio è $217\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, quello del piombo $34.2\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. **[94 cm]**
38. Un orologio a pendolo è costituito di un pendolo semplice di ottone di lunghezza L . Durante una notte, la temperatura della casa è 25°C e il periodo del pendolo è 1.00s . A questa temperatura l'orologio funziona correttamente. Se la temperatura alle dieci di sera scende rapidamente a 17.1°C e poi rimane costante a questo valore, quale sarà l'ora corretta nell'istante in cui l'orologio indicherà le dieci di mattina, il giorno seguente? Il coefficiente di dilatazione termica lineare dell'ottone è $19\cdot 10^{-6}\text{K}^{-1}$. **[10.12]**
39. In un piccolo laghetto si è formato uno strato di ghiaccio. La temperatura dell'aria, subito sopra al ghiaccio, è di -5.4°C , la zona di transizione acqua-ghiaccio è a 0°C e l'acqua in fondo al laghetto è a 4.0°C . Sapendo che la profondità totale (misurata dalla superficie del ghiaccio) del laghetto è di 1.4m , calcola lo spessore dello strato di ghiaccio. La conduttività termica del ghiaccio è $1.6\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ e quella dell'acqua è $0.60\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. **[1,1 m]**
40. Calcolare l'aumento di temperatura Δt del corpo di un soggetto di massa $M = 70\text{ kg}$ quando ingerisce una massa $m = 200\text{ g}$ di tè alla temperatura $t = 60^{\circ}\text{C}$. Si assuma che il calore specifico medio del corpo umano sia $c = 0.82\text{ cal g}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ e che la temperatura iniziale del corpo sia pari a 37°C . **[0.1 K]**
41. Una macchina termica lavora con due serbatoi termici le cui temperature sono 250°C e 100°C . La macchina ha un rendimento pari al 70% del rendimento massimo ottenibile con quei due serbatoi. Quanto calore Q deve essere assorbito affinché la macchina compia 20 kJ di lavoro? **[23.26 kJ]**
42. Uno scaldabagno contiene 70 litri d'acqua a 20°C . Per scaldare l'acqua si brucia del metano in una caldaia; ogni metro cubo di metano fornisce circa $3,56 \times 10^7\text{ J}$ di calore. Supponi che non ci siano dispersioni, cioè che tutto il metano bruciato serva per scaldare l'acqua. Quanti metri cubi di metano bisogna bruciare per portare l'acqua a 70°C ? **[0.41 m³]**
43. Per raffreddare un chiodo di ferro rovente alla temperatura di 400°C , un fabbro lo mette in acqua fredda (15°C). La massa del chiodo è $0,02\text{ kg}$, quella dell'acqua $0,2\text{ kg}$. Supponi che non ci siano dispersioni di calore. (a) Scrivi l'equazione dell'equilibrio termico, inserendo i valori numerici. (b) Risolvi l'equazione per calcolare la temperatura di equilibrio. **[292 K]**
44. Un agricoltore riempie di prima mattina a 15°C una tanica contenente 28 litri di benzina ($k = 1,0\cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$). Nel primo pomeriggio a 300 K versa la benzina nel recipiente cilindrico di alluminio ($r_{\text{base}} = 15\text{ cm}$, $h = 40\text{ cm}$). La benzina sarà contenuta tutta nel recipiente? **[no]**
45. Quattro cubetti di ghiaccio, ognuno di 50 g , si trovano alla temperatura di fusione del ghiaccio. Vengono messi dentro un recipiente che contiene 200 g di latte caldo. Il calore specifico del latte è $3900\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$. Il ghiaccio si scioglie e raffredda il latte. Non vi sono dispersioni di calore. (a) Quanto calore assorbe il ghiaccio per fondere completamente? (b) Di quanto è variata la temperatura del latte, quando la fusione del ghiaccio è terminata? **[67000 J; + 85.9 K]**

46. Un motore consuma 10 litri di benzina in un'ora e nello stesso tempo produce un lavoro di $2,0 \times 10^8$ J. Ogni litro di benzina bruciato produce $4,3 \times 10^7$ J di calore. (a) Calcola il rendimento del motore. (b) Quanto calore cede in un'ora? **[47%; $2.3 \cdot 10^8$ J]**
47. Una macchina termica ideale ha un rendimento del 60% e usa come sorgente fredda l'ambiente (20°C). (a) Calcola la temperatura della sorgente calda. (b) Quanto lavoro compie se assorbe 800 J? **[50°C ; 480 J]**
48. Una massa di piombo di 5 kg ad una temperatura $t_1 = 80^\circ\text{C}$ viene messa a contatto con una massa di acqua di 500 g alla temperatura di $t_2 = 20^\circ\text{C}$. Quale sarà la temperatura finale d'equilibrio del sistema? **[35°C]**
49. Assumendo che il calore specifico medio di un corpo umano sia $0.82 \text{ cal kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ e che l'ambiente esterno sia caratterizzato da una temperatura di 20°C , calcolare il calore necessario per portare una persona di 70 kg dalla temperatura ambiente a 37°C . **[4082 J]**
50. Uno strato di materiale piano omogeneo ed isotropo, con coefficiente di conducibilità termica $K = 0.06 \text{ J m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ K}^{-1}$, trasmette per conduzione 1800 J m^{-2} ogni ora. Se la differenza di temperatura fra le due facce è pari a 6°C , determinare: a) lo spessore dello strato; b) lo spessore necessario per ridurre alla metà il flusso di calore. **[0.72 m; 1.44 m]**
51. Una persona di 80 kg ingerisce 150 g di una bevanda calda alla temperatura di 40°C . Se il calore specifico medio del suo corpo è $0.82 \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-1}$, qual è il suo aumento di temperatura immediatamente dopo aver bevuto? **[0.01°C]**
53. La torre della televisione di Berlino è alta 135 m. Di quanto è più alta in una giornata estiva (30°C) rispetto ad una invernale (-25°C)? **[0.63 m]**
54. È una cosa ben fatta servire la birra a 8°C . Prima che l'organismo possa utilizzare l'energia contenuta nella birra, è necessario che la sua temperatura venga portata nello stomaco al valore fisiologico di 37°C . Qual è la frazione di energia impiegata per innalzarne la temperatura? **[120 J/g]**
55. Gli alimenti rappresentano una forma molto pregiata di energia e pertanto hanno un alto costo. Una tavoletta di cioccolata da 100 g costa circa 2,50 €; calcolare il rapporto fra il costo dell'energia fornita dalla cioccolata e la stessa fornita dall'azienda elettrica ($1 \text{ kWh} \approx 0,25 \text{ €}$). **[10]**
56. Quanta acqua è contenuta nell'aria di una stanza di 30 m^2 , alta 3,2 m, alla temperatura di 20°C con una umidità relativa del 75%? **[1.7 kg]**
57. Quale massa d'acqua deve essere espulsa per essudazione quando il metabolismo basale è determinato solo dalla traspirazione? (Calcolare approssimativamente). **[5 g/s]**
58. Per un uomo svestito ed immobile su di una panca il valore del coefficiente di dilatazione lineare α può essere stimato $5,5 \text{ kcal m}^{-2} \text{ h}^{-1} \text{ K}^{-1}$. A partire da quale temperatura l'individuo disteso comincerà a sudare considerando che senza calore di evaporazione non riesce a dissipare il metabolismo basale? Per la superficie corporea considerare un valore di 1.8 m^2 . **[28.5°C]**
59. Quanto deve essere spessa una coperta di lana che serve a coprire un infortunato che dissipa il proprio calore metabolico ad una temperatura ambiente di 10°C senza che la temperatura epidermica salga a più di 37°C ? Si assuma come conducibilità termica della lana $3,3 \times 10^{-2} \text{ kcal m}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ K}^{-1}$, trascurando l'azione del vestito e delle superfici corporee scoperte. **[3 cm]**

60. Se, a causa di un'inflammatione, la temperatura superficiale di un paziente si alza di 3 K, di quale frazione è più alto l'irradiazione termica rispetto a quello ambientale? **[4 %]**
61. Quale sarebbe il rendimento per una macchina termica che lavorasse fra 37°C e 20°C? **[6%]**
62. Considerando la terra come un corpo nero che secondo la legge di Stefan-Boltzmann irradia secondo la legge $j = \sigma T^4$ dove $\sigma = 5,67 \times 10^{-11} \text{ kW m}^{-2} \text{ K}^{-4}$, determinare quale temperatura superficiale sarebbe in equilibrio in relazione alla costante solare. **[5800 K]**
63. Una massa di piombo di 5 kg ad una temperatura $t_1 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ viene messa a contatto con una massa di acqua di 500 g alla temperatura di $t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. Quale sarà la temperatura finale d'equilibrio del sistema? **[34 °C]**
64. Assumendo che il calore specifico medio di un corpo umano sia $0.82 \text{ cal kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ e che l'ambiente esterno sia caratterizzato da una temperatura di $20 \text{ }^\circ\text{C}$, calcolare il calore necessario per portare una persona di 70 kg dalla temperatura ambiente a $37 \text{ }^\circ\text{C}$. **[4084 J]**
65. Uno strato di materiale piano omogeneo ed isotropo, con coefficiente di conducibilità termica $K = 0.06 \text{ J m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ K}^{-1}$, trasmette per conduzione 1800 J m^{-2} ogni ora. Se la differenza di temperatura fra le due facce è pari a $6 \text{ }^\circ\text{C}$, determinare: a) lo spessore dello strato; b) lo spessore necessario per ridurre alla metà il flusso di calore. **[0.72 m; 1.44 m]**
66. Un ferro di cavallo di 1.5 kg inizialmente a $600 \text{ }^\circ\text{C}$ è lasciato cadere in un secchio contenente 20.0 kg di acqua a $25.0 \text{ }^\circ\text{C}$. Quale è la temperatura finale? [Trascurare il calore specifico del contenitore e assumere che solo una piccola parte di acqua vaporizzi] Considerare $c_{\text{acqua}} = 4186 \text{ J/(kg }^\circ\text{C)}$ $c_{\text{Fe}} = 448 \text{ J/(kg }^\circ\text{C)}$ **[30 °C]**
67. Una persona mangia a cena una quantità di cibo pari a 2000 Calorie di energia. Vuole fare un lavoro equivalente in palestra sollevando un oggetto di 50.0 kg. Quante volte deve sollevare il peso per spendere tutta questa energia? Supporre che l'oggetto venga alzato di $h = 2 \text{ m}$ ogni volta. **[9]**
68. Un biberon a temperatura ambiente (20°C) contiene 120 ml di acqua. L'acqua dev'essere riscaldata alla temperatura di ebollizione in 1,0 min. Calcola la potenza del bollitore. **[670 W]**
69. Per una persona sana la potenza metabolica basale, ossia il dispendio energetico a digiuno e in condizioni di assoluto riposo, è mediamente di 40 kcal per m^2 di superficie corporea e per ora. Determinare quanto zucchero dovrebbe ingerire nelle 24 ore una persona normale per compensare tale dispendio, sapendo che 1 g di zucchero fornisce un'energia di 4.1 kcal ed assumendo per la superficie corporea il valore di 1.8 m^2 (valore medio). **[420 g]**
70. Un atleta di massa 70 kg ha assunto 380 kcal in più rispetto al suo fabbisogno giornaliero. Decide di compensare tale eccesso calorico con un'equivalente lavoro fatto scalando una montagna. Fino a che altezza deve salire l'atleta? **[296 m]**

