Fisica CdL in Viticoltura ed Enologia

Problema 1: Un punto materiale P di massa $m=341\,\mathrm{g}$ si trova su un piano orizzontale, soggetto alla forza di gravità, e in presenza di attrito con coefficiente $\mu=0.296$.

- i) Calcolare il modulo della reazione vincolare normale (in N). (1 pt)
- ii) Se P è fermo, scrivere il valore della forza di attrito (in N). (2 pt)
- iii) Scrivere il valore minimo di una forza orizzontale da applicare su P affinché P inizi a muoversi. (1 pt)
- iv) Se P si muove per un tratto s = 1 cm, calcolare il lavoro dissipato dalla forza di attrito. (1.5 pt)
- v) Se si applica una forza orizzontale $F=12.3\,\mathrm{N}$ su P inizialmente fermo, calcolare lo spazio percorso dopo un tempo $t=4\,\mathrm{s}$. (1.5 pt)

Problema 2: Una vaschetta contiene $m_g=67\,\mathrm{g}$ di ghiaccio inizialmente alla temperatura $T_0=-10\,\mathrm{^{\circ}C}$.

- i) Si supponga che il ghiaccio sia lasciato nella vaschetta fino a che non si sia completamente sciolto ed abbia raggiunto la temperatura di $T_1 = 15$ °C. Quanto calore è stato assorbito dal ghiaccio in questo processo? (1 pt)
- ii) Si determini il volume occupato dal ghiaccio prima dello scioglimento e il volume finale occupato dall'acqua dopo lo scioglimento. (1 pt)
- iii) Se la trasformazione avviene a pressione atmosferica, quanto lavoro è fatto dall'aria sul sistema? (Suggerimento: tenere conto del risultato ricavato nel punto ii).) (1 pt)
- iv) Si consideri ora il caso in cui nella vaschetta contenente il ghiaccio alla temperatura T_0 si aggiungano $v_a = 345 \,\mathrm{ml}$ di acqua alla temperatura $T_a = 25 \,^{\circ}\mathrm{C}$. Quando il sistema raggiunge l'equilibrio termico in che stato si trova e qual è la sua temperatura? (2 pt)
- v) Si usa ora l'acqua contenuta nella vaschetta come calorimetro per determinare il calore specifico di un metallo. Assumiamo che la vaschetta contenga $m_a = 500\,\mathrm{g}$ di acqua alla temperatura di $T_a = 20\,\mathrm{^{\circ}C}$. Un cubetto di metallo di massa $m = 300\,\mathrm{g}$ inizialmente alla temperatura $T_m = 90\,\mathrm{^{\circ}C}$, viene immerso nell'acqua. Se la temperatura finale di equilibrio del sistema è $T_{eq} = 24\,\mathrm{^{\circ}C}$, qual è il calore specifico del metallo? (2 pt)

Domande a risposta multipla (risposta corretta 1.5 pt, nessuna risposta 0 pt, risposta errata -0.25 pt)

- 1. Un auto di massa $m=1454\,\mathrm{kg}$ si muove di moto circolare uniforme su una circonferenza di raggio $r=7.18\,\mathrm{m}$ e con velocità $v=36\,\mathrm{km/h}$. Trovare il valore della forza centripeta (in kN).
 - a) 0.282 kN
- b) 20.25 kN
- c) $2.025 \, \text{kN}$
- d) 262.4 kN
- 2. Per un osservatore in un sistema di riferimento non-inerziale, quale delle seguenti affermazioni è corretta sulla dinamica di un punto materiale P?
 - a) Vale il principio di inerzia nella sua formulazione ordinaria.
 - b) La massa di P dipende dal moto del sistema di riferimento.
 - c) Introduce forze fittizie che non vengono osservate nei sistemi di riferimento inerziali.
 - d) P si muove solo in presenza di forze esterne.
- 3. Se l'energia erogata da un motore è pari a $E=2.74\cdot10^7$ J in 4 minuti, trovare la potenza erogata (in kW).
 - a) 114.2 kW
- b) 1827 kW
- c) 114200 kW
- d) 6850 kW
- 4. Quanti giri compie un disco in un tempo 17 s, se ha una velocità angolare $\omega=36.2 \,\mathrm{rad/s?}$
 - a) 615.4
- b) 97.99
- c) 196
- d) 307.7

5. Un punto materiale P è attaccato ad una molla ideale che si trova compressa di una distanza pari a 26 cm. Sapendo che la sua energia elastica è pari a 4.38 J, trovare il valore della costante elastica della molla.

a) $64.79 \, \text{N/m}$

b) 0.01296 N/m

c) $33.69 \, \text{N/m}$

d) 129.6 N/m

6. Se un oggetto P di massa $m=320\,\mathrm{g}$ si trova inizialmente fermo dentro un auto che improvvisamente decelera con accelerazione $a=-3.77\,m/s^2$, trovare il modulo della forza di trascinamento applicata su P per un osservatore all'interno dell'auto.

a) 1.206 N

b) 12.06 N

c) 1206 N

d) 120.6 N

7. Un recipiente di forma cilindrica ha raggio di base $r=22\,\mathrm{cm}$ ed altezza $h=53\,\mathrm{cm}$ ed ha una massa di $m=32\,\mathrm{kg}$. Se è riempito completamente di acqua, che pressione esercita sul suolo?

a) 740.5 Pa

b) 7264 Pa

c) 3899 Pa

d) 2065 Pa

8. Una condotta di sezione circolare è attraversata da un liquido in flusso stazionario. In un punto in cui il raggio della condotta è $r_1 = 9$ cm la velocità del liquido è $v_1 = 8$ m/s. Qual è la velocità del liquido in un punto in cui la condotta ha raggio $r_2 = 19$ cm?

a) 35.65 m/s

b) 1.795 m/s

 $c) 8 \, m/s$

d) $3.789 \,\mathrm{m/s}$

- 9. Un corpo immerso in un liquido è soggetto alla forza di Archimede. Quale delle seguenti affermazioni è corretta?
 - a) La forza dipende dalla profondità a cui è posto il corpo.
 - b) La forza dipende dalla densità del corpo.
 - c) La forza dipende dalla forma del corpo.
 - d) La forza dipende dalla densità del liquido.
- 10. Un binario di acciaio alla temperatura di $T_0=13^{\circ}\mathrm{C}$ ha una lunghezza di $L=398\,\mathrm{m}$. Quanto <u>varia</u> la sua lunghezza quando la temperatura raggiunge il valore $T_1=38^{\circ}\mathrm{C}$? (Il coefficiente di dilatazione lineare dell'acciaio è dato in tabella.)

a) 0.3327 m

b) 5.691 m

c) 10.94 cm

d) 16.64 cm

11. Qual è l'efficienza di una macchina di Carnot che lavora tra le temperature -10°C e 94°C?

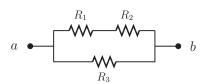
a) e = 1.106

b) e = 0.7167

c) e = 0.8936

d) e = 0.2833

12. Tre resistori con resistenza $R_1 = 13.8 \,\Omega$, $R_2 = 9.64 \,\Omega$ e $R_3 = 15.3 \,\Omega$ sono collegati come mostrato in figura. Quanto vale la resistenza equivalente tra i punti a e b?



a) $27.77\,\Omega$

b) 54.04 Ω

c) $2.07\,\Omega$

d) $9.257\,\Omega$

Costanti fisiche

acc. gravità Terra $g=9.81\mathrm{m/s^2}$ acc. gravità Luna $g_L=1.62\mathrm{m/s^2}$ $correct controller de la correct controller controller de la correct controller de la correct$			
$\begin{array}{c c} \operatorname{acc. \ gravit\grave{a} \ Luna} & g_L = 1.62 \mathrm{m/s^2} \\ \hline & \operatorname{densit\grave{a}} \\ \\ \operatorname{acqua} & \rho = 1000 \mathrm{kg/m^3} \\ \rho = 917 \mathrm{kg/m^3} \\ \operatorname{olio} & \rho = 920 \mathrm{kg/m^3} \\ \operatorname{aria} & \rho = 1.20 \mathrm{kg/m^3} \\ \\ \operatorname{acciaio} & \alpha = 11 \times 10^{-6} (^{\circ}\mathrm{C})^{-1} \\ \hline \\ \operatorname{coefficienti} \ \operatorname{di} \ \operatorname{dilatazione} \\ \operatorname{acciaio} & \alpha = 11 \times 10^{-6} (^{\circ}\mathrm{C})^{-1} \\ \hline \\ \operatorname{pressione \ atmosferica} & 1.013 \times 10^5 \mathrm{Pa} \\ \hline \\ \operatorname{calori \ specifici} \\ \operatorname{acqua} & 4186 \mathrm{J/kg \cdot ^{\circ}C} \\ \operatorname{ghiaccio} & 2090 \mathrm{J/kg \cdot ^{\circ}C} \\ \operatorname{qua} & 2010 \mathrm{J/kg \cdot ^{\circ}C} \\ \\ \operatorname{calori \ latenti} \\ \hline \\ \operatorname{fusione \ ghiaccio} & 3.33 \times 10^5 \mathrm{J/kg} \\ \operatorname{vaporizzazione \ acqua} & 2.26 \times 10^6 \mathrm{J/kg} \\ \hline \\ \operatorname{costanti \ term-dinamiche} \\ \hline \\ \operatorname{costante \ universale \ dei \ gas} & R = 8.314 \mathrm{J/mol \cdot K} \\ \operatorname{costante \ universale \ dei \ gas} \\ \operatorname{costante \ universale \ dei \ gas} & R = 8.314 \mathrm{J/mol \cdot K} \\ \\ \operatorname{costante \ di \ Boltzmann} & k_B = 1.38 \times 10^{-23} \mathrm{J/K} \\ \operatorname{numero \ di \ Avogadro} & N_A = 6.022 \times 10^{23} / \mathrm{mol} \\ \operatorname{equiv. \ meccanico \ del \ calore} \\ \operatorname{costanti \ elett-magnetiche} \\ \hline \\ \operatorname{costante \ di \ Coulomb} & k_e = 8.988 \times 10^9 \mathrm{N \cdot m^2/C^2} \\ \operatorname{carica \ del \ protone} & e = 1.602 \times 10^{-19} \mathrm{C} \\ \hline \end{array}$	gravità		
$\begin{array}{c c} \operatorname{densit\grave{a}} \\ \operatorname{acqua} & \rho = 1000 \mathrm{kg/m^3} \\ \operatorname{ghiaccio} & \rho = 917 \mathrm{kg/m^3} \\ \operatorname{olio} & \rho = 920 \mathrm{kg/m^3} \\ \operatorname{aria} & \rho = 1.20 \mathrm{kg/m^3} \\ \end{array}$ $= 1.20 \mathrm{kg/m^3} \\ \operatorname{coefficienti} \operatorname{di} \operatorname{dilatazione} \\ \operatorname{acciaio} & \alpha = 11 \times 10^{-6} (^{\circ}\mathrm{C})^{-1} \\ \end{array}$ $= \frac{\operatorname{calori} \operatorname{spressioni}}{\operatorname{pressione atmosferica}} \\ \operatorname{calori} \operatorname{sprecifici} \\ \operatorname{acqua} & 4186 \mathrm{J/kg \cdot ^{\circ}C} \\ \operatorname{ghiaccio} & 2090 \mathrm{J/kg \cdot ^{\circ}C} \\ \operatorname{vapore} & 2010 \mathrm{J/kg \cdot ^{\circ}C} \\ \end{array}$ $= \frac{\operatorname{calori} \operatorname{latenti}}{\operatorname{fusione ghiaccio}} \\ \operatorname{vaporizzazione acqua} & 2.26 \times 10^{6} \mathrm{J/kg} \\ \operatorname{vaporizzazione acqua} & 2.26 \times 10^{6} \mathrm{J/kg} \\ \operatorname{costanti} \operatorname{term-dinamiche} \\ \operatorname{costante universale dei gas} \\ \operatorname{costante universale dei gas} & R = 8.314 \mathrm{J/mol \cdot K} \\ \operatorname{costante di Boltzmann} & k_B = 1.38 \times 10^{-23} \mathrm{J/K} \\ \operatorname{numero di Avogadro} & N_A = 6.022 \times 10^{23} / \operatorname{mol} \\ \operatorname{equiv. meccanico del calore} & 1 \operatorname{cal} = 4.186 \mathrm{J} \\ \operatorname{zero assoluto} & -273.15 ^{\circ}\mathrm{C} \\ \\ \operatorname{costanti elett-magnetiche} \\ \operatorname{costante di Coulomb} & k_e = 8.988 \times 10^9 \mathrm{N \cdot m^2/C^2} \\ \operatorname{carica del protone} & e = 1.602 \times 10^{-19} \mathrm{C} \\ \end{array}$	acc. gravità Terra		
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	acc. gravità Luna	$g_L = 1.62 \mathrm{m/s^2}$	
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	densità		
olio $\rho = 920 \mathrm{kg/m^3}$ aria $\rho = 1.20 \mathrm{kg/m^3}$ coefficienti di dilatazione acciaio $\alpha = 11 \times 10^{-6} (^{\circ}\mathrm{C})^{-1}$ pressioni pressione atmosferica $1.013 \times 10^5 \mathrm{Pa}$ calori specifici acqua $4186 \mathrm{J/kg \cdot ^{\circ}C}$ ghiaccio $2090 \mathrm{J/kg \cdot ^{\circ}C}$ vapore $2010 \mathrm{J/kg \cdot ^{\circ}C}$ calori latenti fusione ghiaccio $3.33 \times 10^5 \mathrm{J/kg}$ vaporizzazione acqua $2.26 \times 10^6 \mathrm{J/kg}$ costanti termodinamiche costante universale dei gas $R = 8.314 \mathrm{J/mol \cdot K}$ costante di Boltzmann $R = 1.38 \times 10^{-23} \mathrm{J/K}$ numero di Avogadro $R = 8.314 \mathrm{J/mol \cdot K}$ costante di Roltzmann $R = 1.38 \times 10^{-23} \mathrm{J/K}$ numero di Avogadro $R = 1.38 \times 10^{-23} \mathrm{J/K}$ costante di Coulomb $R = 1.38 \times 10^{-23} \mathrm{J/K}$ costante di Coulomb $R = 1.38 \times 10^{-23} \mathrm{J/K}$ costante di Coulomb $R = 1.38 \times 10^{-23} \mathrm{J/K}$ costante di Coulomb $R = 1.38 \times 10^{-23} \mathrm{J/K}$ costante di Coulomb $R = 1.38 \times 10^{-23} \mathrm{J/K}$	acqua	$\rho = 1000 \mathrm{kg/m^3}$	
aria $\rho = 1.20 \mathrm{kg/m^3}$ $coefficienti \mathrm{di dilatazione}$ $acciaio \qquad \alpha = 11 \times 10^{-6} (^{\circ}\mathrm{C})^{-1}$ $pressioni$ $pressione atmosferica \qquad 1.013 \times 10^5 \mathrm{Pa}$ $calori \mathrm{specifici}$ $acqua \qquad 4186 \mathrm{J/kg \cdot ^{\circ}C}$ $ghiaccio \qquad 2090 \mathrm{J/kg \cdot ^{\circ}C}$ $vapore \qquad 2010 \mathrm{J/kg \cdot ^{\circ}C}$ $calori \mathrm{latenti}$ $fusione ghiaccio \qquad 3.33 \times 10^5 \mathrm{J/kg}$ $vaporizzazione acqua \qquad 2.26 \times 10^6 \mathrm{J/kg}$ $costanti \mathrm{termodinamiche}$ $costante \mathrm{universale dei gas} \qquad R = 8.314 \mathrm{J/mol \cdot K}$ $costante \mathrm{di Boltzmann} \qquad k_B = 1.38 \times 10^{-23} \mathrm{J/K}$ $numero \mathrm{di Avogadro} \qquad N_A = 6.022 \times 10^{23} \mathrm{/mol}$ $equiv. \mathrm{meccanico del calore} \qquad 1 \mathrm{cal} = 4.186 \mathrm{J}$ $zero \mathrm{assoluto} \qquad -273.15 ^{\circ}\mathrm{C}$ $costanti \mathrm{elettromagnetiche}$ $costante \mathrm{di Coulomb} \qquad k_e = 8.988 \times 10^9 \mathrm{N \cdot m^2/C^2}$ $carica \mathrm{del protone} \qquad e = 1.602 \times 10^{-19} \mathrm{C}$	ghiaccio	$\rho = 917\mathrm{kg/m^3}$	
$\begin{array}{c} \text{coefficienti di dilatazione} \\ \text{acciaio} & \alpha = 11 \times 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1} \\ \hline \\ \text{pressioni} \\ \text{pressione atmosferica} & 1.013 \times 10^{5} \text{Pa} \\ \hline \\ \text{calori specifici} \\ \text{acqua} & 4186 \text{J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C} \\ \text{ghiaccio} & 2090 \text{J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C} \\ \text{vapore} & 2010 \text{J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C} \\ \hline \\ \text{calori latenti} \\ \text{fusione ghiaccio} & 3.33 \times 10^{5} \text{J/kg} \\ \text{vaporizzazione acqua} & 2.26 \times 10^{6} \text{J/kg} \\ \hline \\ \text{costanti termodinamiche} \\ \text{costante universale dei gas} & R = 8.314 \text{J/mol} \cdot \text{K} \\ \text{costante di Boltzmann} & k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{J/K} \\ \text{numero di Avogadro} & N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{/mol} \\ \text{equiv. meccanico del calore} & 1 \text{cal} = 4.186 \text{J} \\ \text{zero assoluto} & -273.15 ^{\circ}\text{C} \\ \hline \\ \text{costante di Coulomb} & k_e = 8.988 \times 10^{9} \text{N} \cdot \text{m}^{2}/\text{C}^{2} \\ \text{carica del protone} & e = 1.602 \times 10^{-19} \text{C} \\ \hline \end{array}$	olio	$\rho = 920 \mathrm{kg/m^3}$	
acciaio $\alpha = 11 \times 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1}$ pressioni pressioni pressione atmosferica $1.013 \times 10^{5} \text{Pa}$ calori specifici acqua $4186 \text{J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ghiaccio $2090 \text{J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ cotalori latenti fusione ghiaccio $3.33 \times 10^{5} \text{J/kg}$ cotalori latenti fusione ghiaccio $3.33 \times 10^{5} \text{J/kg}$ cotanti termodinamiche costanti termodinamiche costante universale dei gas $R = 8.314 \text{J/mol·K}$ costante di Boltzmann $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{J/K}$ $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{/mol}$ equiv. meccanico del calore $1 \text{cal} = 4.186 \text{J}$ -273.15°C costanti elettromagnetiche costante di Coulomb $k_e = 8.988 \times 10^9 \text{N·m}^2/\text{C}^2$ carica del protone $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{C}$	aria	$\rho = 1.20\mathrm{kg/m^3}$	
$\begin{array}{c c} & \text{pressioni} \\ & \text{pressione atmosferica} & 1.013 \times 10^5 \text{Pa} \\ \hline & \text{calori specifici} \\ \\ & \text{acqua} & 4186 \text{J/kg} \cdot ^{\circ} \text{C} \\ & \text{ghiaccio} & 2090 \text{J/kg} \cdot ^{\circ} \text{C} \\ & \text{vapore} & 2010 \text{J/kg} \cdot ^{\circ} \text{C} \\ \hline & \text{calori latenti} \\ \\ & \text{fusione ghiaccio} & 3.33 \times 10^5 \text{J/kg} \\ & \text{vaporizzazione acqua} & 2.26 \times 10^6 \text{J/kg} \\ \hline & \text{costanti termodinamiche} \\ \\ & \text{costante universale dei gas} & R = 8.314 \text{J/mol·K} \\ \\ & \text{costante di Boltzmann} & k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{J/K} \\ \\ & \text{numero di Avogadro} & N_A = 6.022 \times 10^{23} / \text{mol} \\ \\ & \text{equiv. meccanico del calore} & 1 \text{cal} = 4.186 \text{J} \\ \\ & \text{zero assoluto} & -273.15 ^{\circ} \text{C} \\ \hline & \text{costanti elettromagnetiche} \\ \\ & \text{costante di Coulomb} & k_e = 8.988 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2 \\ \\ & \text{carica del protone} & e = 1.602 \times 10^{-19} \text{C} \\ \hline \end{array}$	coefficienti di dilatazione		
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	acciaio	$\alpha = 11 \times 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1}$	
$\begin{array}{c} \text{calori specifici} \\ \text{acqua} & 4186\text{J/kg}.^{\circ}\text{C} \\ \text{ghiaccio} & 2090\text{J/kg}.^{\circ}\text{C} \\ \text{vapore} & 2010\text{J/kg}.^{\circ}\text{C} \\ \\ \text{calori latenti} \\ \text{fusione ghiaccio} & 3.33 \times 10^{5}\text{J/kg} \\ \text{vaporizzazione acqua} & 2.26 \times 10^{6}\text{J/kg} \\ \\ \hline & \text{costanti term-dinamiche} \\ \\ \text{costante universale dei gas} & R = 8.314\text{J/mol}.\text{K} \\ \text{costante di Boltzmann} & k_B = 1.38 \times 10^{-23}\text{J/K} \\ \text{numero di Avogadro} & N_A = 6.022 \times 10^{23}/\text{mol} \\ \text{equiv. meccanico del calore} & 1\text{cal} = 4.186\text{J} \\ \text{zero assoluto} & -273.15^{\circ}\text{C} \\ \hline & \text{costanti elettr-magnetiche} \\ \hline & \text{costante di Coulomb} & k_e = 8.988 \times 10^9\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2 \\ \text{carica del protone} & e = 1.602 \times 10^{-19}\text{C} \\ \hline \end{array}$	pressioni		
acqua $4186 \text{J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ghiaccio $2090 \text{J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ vapore $2010 \text{J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ calori latenti fusione ghiaccio $3.33 \times 10^5 \text{J/kg}$ vaporizzazione acqua costanti termodinamiche costante universale dei gas $R = 8.314 \text{J/mol·K}$ costante di Boltzmann $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{J/K}$ numero di Avogadro $N_A = 6.022 \times 10^{23} / \text{mol}$ equiv. meccanico del calore $1 \text{cal} = 4.186 \text{J}$ zero assoluto -273.15°C costanti elettromagnetiche costante di Coulomb $k_e = 8.988 \times 10^9 \text{N·m}^2/\text{C}^2$ carica del protone $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{C}$	pressione atmosferica	$1.013 \times 10^5 \mathrm{Pa}$	
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	calori specifici		
$\begin{array}{c} \text{vapore} & 2010\text{J/kg} \cdot \text{°C} \\ \hline & \text{calori latenti} \\ \hline \text{fusione ghiaccio} & 3.33 \times 10^5\text{J/kg} \\ \text{vaporizzazione acqua} & 2.26 \times 10^6\text{J/kg} \\ \hline & \text{costanti termodinamiche} \\ \hline & \text{costante universale dei gas} & R = 8.314\text{J/mol} \cdot \text{K} \\ \text{costante di Boltzmann} & k_B = 1.38 \times 10^{-23}\text{J/K} \\ \text{numero di Avogadro} & N_A = 6.022 \times 10^{23}/\text{mol} \\ \text{equiv. meccanico del calore} & 1\text{cal} = 4.186\text{J} \\ \text{zero assoluto} & -273.15^{\circ}\text{C} \\ \hline & \text{costanti elettromagnetiche} \\ \hline & \text{costante di Coulomb} & k_e = 8.988 \times 10^9\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2 \\ \text{carica del protone} & e = 1.602 \times 10^{-19}\text{C} \\ \hline \end{array}$	acqua	4186 J/kg·°C	
$\begin{array}{c} \text{calori latenti} \\ \text{fusione ghiaccio} & 3.33 \times 10^5 \text{J/kg} \\ \text{vaporizzazione acqua} & 2.26 \times 10^6 \text{J/kg} \\ \hline & \text{costanti termodinamiche} \\ \text{costante universale dei gas} & R = 8.314 \text{J/mol·K} \\ \text{costante di Boltzmann} & k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{J/K} \\ \text{numero di Avogadro} & N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{/mol} \\ \text{equiv. meccanico del calore} & 1 \text{cal} = 4.186 \text{J} \\ \text{zero assoluto} & -273.15 ^{\circ}\text{C} \\ \hline & \text{costanti elettromagnetiche} \\ \text{costante di Coulomb} & k_e = 8.988 \times 10^9 \text{N·m}^2/\text{C}^2 \\ \text{carica del protone} & e = 1.602 \times 10^{-19} \text{C} \\ \hline \end{array}$	ghiaccio	$2090\mathrm{J/kg}^{\circ}\mathrm{C}$	
$\begin{array}{lll} \text{fusione ghiaccio} & 3.33 \times 10^5 \text{J/kg} \\ \text{vaporizzazione acqua} & 2.26 \times 10^6 \text{J/kg} \\ \hline & \text{costanti term-dinamiche} \\ \text{costante universale dei gas} & R = 8.314 \text{J/mol·K} \\ \text{costante di Boltzmann} & k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{J/K} \\ \text{numero di Avogadro} & N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{/mol} \\ \text{equiv. meccanico del calore} & 1 \text{cal} = 4.186 \text{J} \\ \text{zero assoluto} & -273.15^{\circ}\text{C} \\ \hline & \text{costanti elettromagnetiche} \\ \hline & \text{costante di Coulomb} & k_e = 8.988 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2 \\ \text{carica del protone} & e = 1.602 \times 10^{-19} \text{C} \\ \hline \end{array}$	vapore	$2010\mathrm{J/kg}\cdot^{\circ}\mathrm{C}$	
$ \begin{array}{c} \text{costanti termodinamiche} \\ \text{costante universale dei gas} \\ \text{costante di Boltzmann} \\ \text{numero di Avogadro} \\ \text{equiv. meccanico del calore} \\ \text{zero assoluto} \\ \end{array} \begin{array}{c} R = 8.314 \text{J/mol\cdot K} \\ k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{J/K} \\ N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{/mol} \\ 1 \text{cal} = 4.186 \text{J} \\ -273.15 ^{\circ}\text{C} \\ \hline \\ \text{costanti elettromagnetiche} \\ \text{costante di Coulomb} \\ \text{carica del protone} \\ \end{array} \begin{array}{c} k_e = 8.988 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2 \\ e = 1.602 \times 10^{-19} \text{C} \end{array} $	calori latenti		
$\begin{array}{c} \text{costanti termodinamiche} \\ \text{costante universale dei gas} & R = 8.314\text{J/mol}\cdot\text{K} \\ \text{costante di Boltzmann} & k_B = 1.38\times10^{-23}\text{J/K} \\ \text{numero di Avogadro} & N_A = 6.022\times10^{23}/\text{mol} \\ \text{equiv. meccanico del calore} & 1\text{cal} = 4.186\text{J} \\ \text{zero assoluto} & -273.15^{\circ}\text{C} \\ \hline & \text{costanti elettromagnetiche} \\ \text{costante di Coulomb} & k_e = 8.988\times10^9\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2 \\ \text{carica del protone} & e = 1.602\times10^{-19}\text{C} \end{array}$	fusione ghiaccio	$3.33 \times 10^5 \mathrm{J/kg}$	
$\begin{array}{lll} {\rm costante~universale~dei~gas} & R = 8.314~{\rm J/mol\cdot K} \\ {\rm costante~di~Boltzmann} & k_B = 1.38\times 10^{-23}~{\rm J/K} \\ {\rm numero~di~Avogadro} & N_A = 6.022\times 10^{23}/{\rm mol} \\ {\rm equiv.~meccanico~del~calore} & 1~{\rm cal} = 4.186~{\rm J} \\ {\rm zero~assoluto} & -273.15^{\circ}{\rm C} \\ \hline & {\rm costanti~elettromagnetiche} \\ {\rm costante~di~Coulomb} & k_e = 8.988\times 10^9~{\rm N\cdot m^2/C^2} \\ {\rm carica~del~protone} & e = 1.602\times 10^{-19}~{\rm C} \\ \hline \end{array}$	vaporizzazione acqua	$2.26 imes 10^6 \mathrm{J/kg}$	
$\begin{array}{ccc} {\rm costante~di~Boltzmann} & k_B = 1.38 \times 10^{-23}~{\rm J/K} \\ {\rm numero~di~Avogadro} & N_A = 6.022 \times 10^{23}/{\rm mol} \\ {\rm equiv.~meccanico~del~calore} & 1~{\rm cal} = 4.186~{\rm J} \\ {\rm zero~assoluto} & -273.15^{\circ}{\rm C} \\ \hline & {\rm costanti~elettromagnetiche} \\ \hline {\rm costante~di~Coulomb} & k_e = 8.988 \times 10^9~{\rm N\cdot m^2/C^2} \\ {\rm carica~del~protone} & e = 1.602 \times 10^{-19}~{\rm C} \\ \hline \end{array}$	costanti termodinamiche		
numero di Avogadro $N_A = 6.022 \times 10^{23} / \text{mol}$ equiv. meccanico del calore zero assoluto $1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$ -273.15°C	costante universale dei gas	$R = 8.314 \mathrm{J/mol \cdot K}$	
equiv. meccanico del calore $1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$ zero assoluto -273.15°C costanti elettromagnetiche costante di Coulomb $k_e = 8.988 \times 10^{9} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ carica del protone $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{C}$	costante di Boltzmann	$k_B = 1.38 \times 10^{-23} \mathrm{J/K}$	
zero assoluto -273.15° C costanti elettromagnetiche costante di Coulomb $k_e = 8.988 \times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ carica del protone $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{C}$	numero di Avogadro	$N_A = 6.022 \times 10^{23} / \text{mol}$	
	equiv. meccanico del calore	$1\mathrm{cal} = 4.186\mathrm{J}$	
costante di Coulomb $k_e = 8.988 \times 10^9 \mathrm{N \cdot m^2/C^2}$ carica del protone $e = 1.602 \times 10^{-19} \mathrm{C}$	zero assoluto	−273.15°C	
carica del protone $e = 1.602 \times 10^{-19} \mathrm{C}$	costanti elettromagnetiche		
1	costante di Coulomb	$k_e = 8.988 \times 10^9 \mathrm{N \cdot m^2/C^2}$	
resistività del rame $\rho = 1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \mathrm{m}$	carica del protone	$e = 1.602 \times 10^{-19} \mathrm{C}$	
	resistività del rame	$\rho = 1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \mathrm{m}$	