

**Anno Accademico 2021/2022. 22 giugno 2022**  
**Compito F**

Nome:

Cognome:

Matricola:

Le risposte vanno motivate con conti e/o ragionamenti. Attenzione a segni, unità di misura e risultati numerici. Il solo riportare una formula non dà diritto ad alcun punteggio, se non correttamente usata e il suo uso motivato.

Ogni risposta vale 3 punti

**Esercizio 1**

Una ragazza lascia cadere un ciondolo di massa 500 g dentro un secchio con 25 litri di acqua. La temperatura iniziale del ciondolo è 450 °C e quella dell'acqua 23 °C. Trascurando la capacità termica del secchio ed assumendo che gli scambi di calore avvengano solo tra ciondolo e l'acqua, determinare: a) la temperatura di equilibrio del sistema; b) il calore ceduto dal ciondolo. Il calore specifico del materiale del ciondolo è  $448 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ .

**Esercizio 2**

Un orsetto di massa 61 kg, dondola appeso ad una liana lunga 6.5 m. Si trovi la tensione della liana quando si trova in posizione verticale, nei due casi: a) quando l' orsetto ha una velocità di 2.4 m/s; b) quando l' orsetto è fermo.

**Esercizio 3**

Un recipiente contiene 10 kg di acqua e 2 kg di ghiaccio (tritato), all'equilibrio alla temperatura di 0 °C. Il sistema viene riscaldato elettricamente mediante una resistenza alimentata a 230 V con una corrente di 4.4 A. Si assumano trascurabili le dissipazioni di calore. Determinare: a) la quantità di calore per portare il sistema a 10 °C; b) il tempo necessario per portare il sistema a 10 °C.

**Esercizio 4**

Un protone viene accelerato da fermo da un campo elettrico uniforme, di valore  $E = 250 \text{ V/m}$ , diretto lungo l' asse  $\hat{x}$ . Determinare, in modulo, direzione e verso (rispetto al riferimento dato): a) la velocità raggiunta dal protone dopo  $2 \mu\text{s}$ ; b) la velocità raggiunta dal protone dopo aver percorso una distanza di 5 m.

**Esercizio 5**

Un protone urta in modo completamente anelastico un secondo protone inizialmente fermo. Dopo l'urto si osserva che il sistema dei due protoni si muove su una traiettoria circolare di raggio  $r = 42.0 \text{ cm}$ , in una regione in cui è presente un campo magnetico uniforme, perpendicolare al piano della traiettoria, di valore 0.05 T. Determinare: a) il modulo della velocità dei due protoni dopo l'urto; b) il modulo della forza di Lorentz; c) il modulo della velocità del protone in moto prima dell'urto.

# Facoltà di Farmacia. Laurea Farmacia - Anno Accademico 2021/2022. 22 giugno 2022 Compito E

Nome:

Cognome:

Matricola:

Le risposte vanno motivate con conti e/o ragionamenti. Attenzione a segni, unità di misura e risultati numerici. Il solo riportare una formula non dà diritto ad alcun punteggio, se non correttamente usata e il suo uso motivato.

Ogni risposta vale 3 punti

## Esercizio 1

Un generatore di tensione  $f = 20 \text{ V}$  e resistenza in serie  $r_i = 10 \Omega$  viene collegato ad altre due resistenze  $R_1, R_2$  connesse fra loro in parallelo. La corrente che percorre  $R_1$  è  $i_1 = 0.2 \text{ A}$ , quella che percorre  $R_2$  è  $i_2 = 0.5 \text{ A}$ . Dopo aver disegnato il circuito, determinare: a) la potenza erogata dal generatore; b) la caduta di tensione sulla resistenza  $r_i$ ; c) il valore delle due resistenze  $R_1, R_2$ .

## Esercizio 2

Siano date due cariche puntiformi, poste ad una distanza incognita  $D$ . Si osserva che il campo elettrico si annulla in un punto sulla loro congiungente a distanza  $D/4$  dalla carica che ha valore  $0.2 \mu \text{ C}$ . Determinare: a) il valore, specificandone il segno, della seconda carica; b) la distanza  $D$  fra le due cariche, sapendo che il potenziale elettrico nel punto dove il campo si annulla vale  $90 \text{ kV}$ .

## Esercizio 3

Una macchina di Carnot produce  $700 \text{ MW}$  di potenza elettrica ed ha un rendimento di  $0.38$ . La temperatura della sorgente a cui la macchina cede calore è  $T = 25^\circ \text{C}$ . Si calcoli: a) la temperatura della sorgente calda; b) il calore assorbito dalla macchina termica in due ore.

## Esercizio 4

Un recipiente contiene  $10 \text{ kg}$  di acqua e  $2 \text{ kg}$  di ghiaccio (tritato), all'equilibrio alla temperatura di  $0^\circ \text{C}$ . Il sistema viene riscaldato elettricamente mediante una resistenza alimentata a  $230 \text{ V}$  con una corrente di  $4.4 \text{ A}$ . Si assumano trascurabili le dissipazioni di calore. Determinare: a) la quantità di calore per portare il sistema a  $10^\circ \text{C}$ ; b) il tempo necessario per portare il sistema a  $10^\circ \text{C}$ .

## Esercizio 5

Un protone viene accelerato da fermo da un campo elettrico uniforme, di valore  $E = 500 \text{ V/m}$ , diretto lungo l'asse  $\hat{z}$ . Determinare, in modulo, direzione e verso (rispetto al riferimento dato): a) la velocità raggiunta dal protone dopo  $2 \mu \text{s}$ ; b) la velocità raggiunta dal protone dopo aver percorso una distanza di  $5 \text{ m}$ .

# Facoltà di Farmacia. Laurea Farmacia - Anno Accademico 2021/2022. 22 giugno 2022 Compito D

Nome:

Cognome:

Matricola:

Le risposte vanno motivate con conti e/o ragionamenti. Attenzione a segni, unità di misura e risultati numerici. Il solo riportare una formula non dà diritto ad alcun punteggio, se non correttamente usata e il suo uso motivato.

Ogni risposta vale 3 punti

## Esercizio 1

Un gas perfetto si trova in uno stato di equilibrio termodinamico caratterizzato dalla temperatura di  $26.85^{\circ}\text{C}$ , pressione  $2.5\text{ kPa}$  e volume  $1\text{ m}^3$ . Il gas esegue una trasformazione isobara che triplica il suo volume iniziale; durante la trasformazione esso assorbe il calore  $Q = 12.5\text{ kJ}$ . Determinare: a) la temperatura finale; b) la variazione di energia interna; c) il calore specifico molare a volume costante del gas.

## Esercizio 2

Un recipiente contiene  $10\text{ kg}$  di acqua e  $2\text{ kg}$  di ghiaccio (tritato), all'equilibrio alla temperatura di  $0^{\circ}\text{C}$ . Il sistema viene riscaldato elettricamente mediante una resistenza alimentata a  $230\text{ V}$  con una corrente di  $4.4\text{ A}$ . Si assumano trascurabili le dissipazioni di calore. Determinare: a) la quantità di calore per portare il sistema a  $10^{\circ}\text{C}$ ; b) il tempo necessario per portare il sistema a  $10^{\circ}\text{C}$ .

## Esercizio 3

Un elettrone viene accelerato da fermo da un campo elettrico uniforme, di valore  $E = 250\text{ V/m}$ , diretto lungo l'asse  $\hat{y}$ . Determinare, in modulo, direzione e verso (rispetto al riferimento dato): a) la velocità raggiunta dall'elettrone dopo  $2\text{ ns}$ ; b) la velocità raggiunta dall'elettrone dopo aver percorso una distanza di  $40\text{ cm}$ .

## Esercizio 4

Un nucleo di elio (carica  $+2e$ ) si trova in una regione di spazio in cui è presente un campo elettrico uniforme. Esso si sposta di  $20\text{ cm}$  lungo una linea di forza del campo, attraversando così una differenza di potenziale  $\Delta V = V_{\text{finale}} - V_{\text{iniziale}} = -0.5\text{ kV}$ . La sua energia cinetica iniziale era  $K_{in} = 1.2 \cdot 10^{-16}\text{ J}$ . Determinare: a) il modulo del campo elettrico; b) l'energia cinetica finale del nucleo di elio.

## Esercizio 5

Una sfera conduttrice di raggio  $r_1 = 2\text{ cm}$  possiede la carica  $Q_1 = 10\text{ }\mu\text{C}$ ; essa è contenuta all'interno di un guscio sferico conduttore di raggi  $r_2 = 4\text{ cm}$  e  $r_3 = 6\text{ cm}$  avente carica  $Q_2 = -6\text{ }\mu\text{C}$  e concentrico con la sfera. Determinare il modulo del campo elettrico alle seguenti distanze dal centro: a)  $3\text{ cm}$ ; b)  $5\text{ cm}$ .

# Facoltà di Farmacia. Laurea Farmacia - Anno Accademico 2021/2022. 22 giugno 2022 Compito C

Nome:

Cognome:

Matricola:

Le risposte vanno motivate con conti e/o ragionamenti. Attenzione a segni, unità di misura e risultati numerici. Il solo riportare una formula non dà diritto ad alcun punteggio, se non correttamente usata e il suo uso motivato.

Ogni risposta vale 3 punti

## Esercizio 1

Un condensatore piano è costituito da 2 armature di superficie  $S = 12 \text{ cm}^2$  distanti  $d = 3 \text{ mm}$ . Alle armature è applicata una differenza di potenziale 10 V. Determinare: a) la capacità del condensatore ; b) il campo elettrico al suo interno.

## Esercizio 2

Un gas perfetto si trova in uno stato di equilibrio termodinamico caratterizzato dalla temperatura di  $26.85^\circ\text{C}$ , pressione 2.5 kPa e volume  $1 \text{ m}^3$ . Il gas esegue una trasformazione isobara che triplica il suo volume iniziale; durante la trasformazione esso assorbe il calore  $Q = 12.5 \text{ kJ}$ . Determinare: a) la temperatura finale; b) la variazione di energia interna; c) il calore specifico molare a volume costante del gas.

## Esercizio 3

Un nucleo di elio (carica  $+2e$ ) si trova in una regione di spazio in cui è presente un campo elettrico uniforme. Esso si sposta di 20 cm lungo una linea di forza del campo, attraversando così una differenza di potenziale  $\Delta V = V_{\text{finale}} - V_{\text{iniziale}} = -0.5 \text{ kV}$ . La sua energia cinetica iniziale era  $K_{in} = 1.2 \cdot 10^{-16} \text{ J}$ . Determinare: a) il modulo del campo elettrico; b) l'energia cinetica finale del nucleo di elio.

## Esercizio 4

Un recipiente contiene 10 kg di acqua e 1 kg di ghiaccio (tritato), all'equilibrio alla temperatura di  $0^\circ\text{C}$ . Il sistema viene riscaldato elettricamente mediante una resistenza alimentata a 220 V con una corrente di 2 A. Si assumano trascurabili le dissipazioni di calore. Determinare: a) la quantità di calore per portare il sistema a  $10^\circ\text{C}$ ; b) il tempo necessario per portare il sistema a  $10^\circ\text{C}$ .

## Esercizio 5

Un protone viene accelerato da fermo da un campo elettrico uniforme, di valore  $E = 250 \text{ V/m}$ , diretto lungo l'asse  $\hat{x}$ . Determinare, in modulo, direzione e verso (rispetto al riferimento dato): a) la velocità raggiunta dal protone dopo  $2 \mu\text{s}$ ; b) la velocità raggiunta dal protone dopo aver percorso una distanza di 10 m.

**Facoltà di Farmacia. Laurea Farmacia - Anno  
Accademico 2021/2022. 22 giugno 2022 Compito B**

Nome:

Cognome:

Matricola:

Le risposte vanno motivate con conti e/o ragionamenti. Attenzione a segni, unità di misura e risultati numerici. Il solo riportare una formula non dà diritto ad alcun punteggio, se non correttamente usata e il suo uso motivato.

Ogni risposta vale 3 punti

**Esercizio 1**

Una sfera conduttrice di raggio  $r_1=2$  cm possiede la carica  $Q_1 = 10 \mu\text{C}$ ; essa è contenuta all'interno di un guscio sferico conduttore di raggi  $r_2 = 4$  cm e  $r_3 = 6$  cm avente carica  $Q_2 = -6 \mu\text{C}$  e concentrico con la sfera. Determinare il modulo del campo elettrico alle seguenti distanze dal centro: a) 1 cm; b) 3 cm; c) 5 cm.

**Esercizio 2**

Una molla la cui costante elastica vale  $k = 8.4 \cdot 10^3$  N/m è compressa di 10 cm. Essa è posta in un contenitore contenente due litri di acqua e poi viene lasciata libera di espandersi e di tornare nella sua posizione di riposo. Assumendo che tutta l'energia della molla serva a riscaldare l'acqua, calcolare: a) l'energia potenziale elastica della molla; b) la variazione di temperatura dell'acqua.

**Esercizio 3**

Un recipiente contiene 6 kg di acqua e 1 kg di ghiaccio (tritato), all'equilibrio alla temperatura di  $0^\circ\text{C}$ . Il sistema viene riscaldato elettricamente mediante una resistenza alimentata a 230 V con una corrente di 4.4 A. Si assumano trascurabili le dissipazioni di calore. Determinare: a) la quantità di calore per portare il sistema a  $20^\circ\text{C}$ ; b) il tempo necessario per portare il sistema a  $20^\circ\text{C}$ .

**Esercizio 4**

Un protone viene accelerato da fermo da un campo elettrico uniforme, di valore  $E = 250$  V/m, diretto lungo l'asse  $\hat{x}$ . Determinare, in modulo, direzione e verso (rispetto al riferimento dato): a) la velocità raggiunta dal protone dopo  $2 \mu\text{s}$ ; b) la velocità raggiunta dal protone dopo aver percorso una distanza di 5 m.

**Esercizio 5**

Un condizionatore raffredda un appartamento sottraendogli 4.0 kJ di calore al secondo. Sapendo che il condizionatore ha un coefficiente di prestazione pari a 5, determinare: a) la sua potenza; b) il calore che manda nell'ambiente esterno in un'ora di funzionamento.

# Facoltà di Farmacia. Laurea Farmacia - Anno Accademico 2021/2022. 22 giugno 2022 Compito A

Nome:

Cognome:

Matricola:

Le risposte vanno motivate con conti e/o ragionamenti. Attenzione a segni, unità di misura e risultati numerici. Il solo riportare una formula non dà diritto ad alcun punteggio, se non correttamente usata e il suo uso motivato.

Ogni risposta vale 3 punti

## Esercizio 1

Un bimbo sta tirando una valigia di 15 kg con velocità costante lungo il pavimento tramite una cinghia che forma con l'orizzontale un angolo di  $45^\circ$ . Sapendo che il coefficiente di attrito dinamico tra il pavimento e la valigia è di 0.36, si trovi: a) la forza normale alla valigia; b) la tensione della cinghia ; c) la forza normale alla valigia nella situazione in cui non ci sta attrito.

## Esercizio 2

Un recipiente contiene 10 kg di acqua e 2 kg di ghiaccio (tritato), all'equilibrio alla temperatura di  $0^\circ\text{C}$ . Il sistema viene riscaldato elettricamente mediante una resistenza alimentata a 230 V con una corrente di 4.4 A. Si assumano trascurabili le dissipazioni di calore. Determinare: a) la quantità di calore per portare il sistema a  $10^\circ\text{C}$ ; b) il tempo necessario per portare il sistema a  $10^\circ\text{C}$ .

## Esercizio 3

Un protone viene accelerato da fermo da un campo elettrico uniforme, di valore  $E = 500 \text{ V/m}$ , diretto lungo l'asse  $\hat{y}$ . Determinare, in modulo, direzione e verso (rispetto al riferimento dato): a) la velocità raggiunta dal protone dopo  $0.5 \mu\text{s}$ ; b) la velocità raggiunta dal protone dopo aver percorso una distanza di 50 cm.

## Esercizio 4

Un blocco di massa 1.4 kg si trova su un tavolo privo di attrito alto 65 cm; esso viene spinto contro una molla la cui costante elastica è  $650 \text{ N/m}$ , comprimendola di 6.1 cm. Quando il blocco viene liberato si muove fino al bordo del tavolo e cade a terra. Si trovi: a) la velocità con la quale il blocco lascia la molla; b) la velocità con la quale il blocco tocca terra.

## Esercizio 5.

In una provetta viene versata dell'acqua che raggiunge l'altezza di 12 cm. Viene versato dell'olio di densità di  $0.9 \text{ g/cm}^3$  che non si mescola con l'acqua e forma uno spessore di 6 cm. Si calcoli la differenza di pressione tra a) la superficie dell'olio e quella dell'acqua; b) il fondo della provetta e la superficie dell'olio.

**Facoltà di Farmacia. Laurea Farmacia - Anno  
Accademico 2021/2022. 22 giugno 2022. Compiti  
A-F (vedi pag. precedenti)**

Nome:

Cognome:

Matricola:

Le risposte vanno motivate con conti e/o ragionamenti. Attenzione a segni, unità di misura e risultati numerici. Il solo riportare una formula non dà diritto ad alcun punteggio, se non correttamente usata e il suo uso motivato.

Ogni risposta vale 3 punti

Le soluzioni si riferiscono alla situazione data nei testi che vedete qui, alcuni valori numeri o alcune domande sono un pochino diverse nei compiti dati. Ma comunque il ragionamento riportato è valido in tutti i casi e potete usarlo come verifica del compito svolto e per esercitazione. I numeri nei compiti non corrispondono a questi, in quanto ciascuno compito contenteva 6 esercizi presi fra questi.

**Esercizio 1**

Una ragazza lascia cadere un ciondolo di massa 500 g dentro un secchio con 25 litri di acqua. La temperatura iniziale del ciondolo è 450 °C e quella dell'acqua 23 °C. Trascurando la capacità termica del secchio ed assumendo che gli scambi di calore avvengano solo tra ciondolo e l'acqua, determinare: a) la temperatura di equilibrio del sistema; b) il calore ceduto dal ciondolo. Il calore specifico del materiale del ciondolo è  $448 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ \text{C})$ .

**Esercizio 2**

Un orsetto di massa 61 kg, dondola appeso ad una liana lunga 6.5 m. Si trovi la tensione della liana quando si trova in posizione verticale, nei due casi: a) quando l' orsetto ha una velocità di 2.4 m/s; b) quando l' orsetto è fermo.

**Esercizio 3**

Un bimbo sta tirando una valigia di 15 kg con velocità costante lungo il pavimento tramite una cinghia che forma con l'orizzontale un angolo di 45°. Sapendo che il coefficiente di attrito dinamico tra il pavimento e la valigia è di 0.36, si trovi: a) la forza normale alla valigia; b) la tensione della cinghia ; c) la forza normale alla valigia nella situazione in cui non ci sta attrito.

**Esercizio 4**

Un blocco di massa 1.4 kg si trova su un tavolo privo di attrito alto 65 cm; esso viene

spinto contro una molla la cui costante elastica è  $650 \text{ N/m}$ , comprimendola di  $6.1 \text{ cm}$ . Quando il blocco viene liberato si muove fino al bordo del tavolo e cade a terra. Si trovi:  
a) la velocità con la quale il blocco lascia la molla; b) la velocità con la quale il blocco tocca terra.

#### Esercizio 5.

In una provetta viene versata dell'acqua che raggiunge l'altezza di  $12 \text{ cm}$ . Viene versato dell'olio di densità di  $0.9 \text{ g/cm}^3$  che non si mescola con l'acqua e forma uno spessore di  $6 \text{ cm}$ . Si calcoli la differenza di pressione tra a) la superficie dell'olio e quella dell'acqua; b) il fondo della provetta e la superficie dell'olio.

#### Esercizio 6

Un protone urta in modo completamente anelastico un secondo protone inizialmente fermo. Dopo l'urto si osserva che il sistema dei due protoni si muove su una traiettoria circolare di raggio  $r = 42.0 \text{ cm}$ , in una regione in cui è presente un campo magnetico uniforme, perpendicolare al piano della traiettoria, di valore  $0.05 \text{ T}$ . Determinare: a) il modulo della velocità dei due protoni dopo l'urto; b) il modulo della forza di Lorentz; c) il modulo della velocità del protone in moto prima dell'urto.

#### Esercizio 7

Una sfera conduttrice di raggio  $r_1 = 2 \text{ cm}$  possiede la carica  $Q_1 = 10 \mu\text{C}$ ; essa è contenuta all'interno di un guscio sferico conduttore di raggi  $r_2 = 4 \text{ cm}$  e  $r_3 = 6 \text{ cm}$  avente carica  $Q_2 = -6 \mu\text{C}$  e concentrico con la sfera. Determinare il modulo del campo elettrico alle seguenti distanze dal centro: a)  $1 \text{ cm}$ ; b)  $3 \text{ cm}$ ; c)  $5 \text{ cm}$ .

#### Esercizio 8

Una molla la cui costante elastica vale  $k = 8.4 \cdot 10^3 \text{ N/m}$  è compressa di  $10 \text{ cm}$ . Essa è posta in un contenitore contenente due litri di acqua e poi viene lasciata libera di espandersi e di tornare nella sua posizione di riposo. Assumendo che tutta l'energia della molla serve a riscaldare l'acqua, calcolare: a) l'energia potenziale elastica della molla; b) la variazione di temperatura dell'acqua.

#### Esercizio 9

Un condizionatore d'aria raffredda un appartamento sottraendogli  $4.0 \text{ kJ}$  di calore al secondo. Sapendo che il condizionatore ha un coefficiente di prestazione pari a  $5$ , determinare: a) la potenza del motore del condizionatore; b) il calore che il condizionatore manda nell'ambiente esterno in un'ora di funzionamento.

#### Esercizio 10

Un condensatore piano è costituito da 2 armature di superficie  $S = 12 \text{ cm}^2$  distanti  $d = 3 \text{ mm}$ . Alle armature è applicata una differenza di potenziale  $10 \text{ V}$ . Determinare: a) la capacità del condensatore; b) il campo elettrico al suo interno; c) la densità di carica su ciascuna armatura.

#### Esercizio 11

Un gas perfetto si trova in uno stato di equilibrio termodinamico caratterizzato dalla temperatura di  $26.85^\circ\text{C}$ , pressione  $2.5 \text{ kPa}$  e volume  $1 \text{ m}^3$ . Il gas esegue una trasformazione isobara che triplica il suo volume iniziale; durante la trasformazione esso assorbe il calore

$Q = 12.5$  kJ. Determinare: a) la temperatura finale; b) la variazione di energia interna; c) il calore specifico molare a volume costante del gas.

### **Esercizio 12**

Un nucleo di elio (carica  $+2e$ ) si trova in una regione di spazio in cui è presente un campo elettrico uniforme. Esso si sposta di 20 cm lungo una linea di forza del campo, attraversando così una differenza di potenziale  $\Delta V = V_{finale} - V_{iniziale} = -0.5$  kV. La sua energia cinetica iniziale era  $K_{in} = 1.2 \cdot 10^{-16}$  J. Determinare: a) il modulo del campo elettrico; b) l'energia cinetica finale del nucleo di elio.

### **Esercizio 13**

Un generatore di tensione  $f = 20$  V e resistenza in serie  $r_i = 10$   $\Omega$  viene collegato ad altre due resistenze  $R_1, R_2$  connesse fra loro in parallelo. La corrente che percorre  $R_1$  è  $i_1 = 0.2$  A, quella che percorre  $R_2$  è  $i_2 = 0.5$  A. Dopo aver disegnato il circuito, determinare: a) la potenza erogata dal generatore; b) la caduta di tensione sulla resistenza  $r_i$ ; c) il valore delle due resistenze  $R_1, R_2$ .

### **Esercizio 14**

Siano date due cariche puntiformi, poste ad una distanza incognita  $D$ . Si osserva che il campo elettrico si annulla in un punto sulla loro congiungente a distanza  $D/4$  dalla carica che ha valore  $0.2$   $\mu$  C. Determinare: a) il valore, specificandone il segno, della seconda carica; b) la distanza  $D$  fra le due cariche, sapendo che il potenziale elettrico nel punto dove il campo si annulla vale 90 kV.

### **Esercizio 15**

Una macchina di Carnot produce 700 MW di potenza elettrica ed ha un rendimento di 0.38. La temperatura della sorgente a cui la macchina cede calore è  $T = 25$  °C. Si calcoli: a) la temperatura della sorgente calda; b) il calore assorbito dalla macchina termica in due ore.

### **Esercizio 16**

Un recipiente contiene 10 kg di acqua e 2 kg di ghiaccio (tritato), all'equilibrio alla temperatura di 0 °C. Il sistema viene riscaldato elettricamente mediante una resistenza alimentata a 230 V con una corrente di 4.4 A. Si assumano trascurabili le dissipazioni di calore. Determinare: a) la quantità di calore per portare il sistema a 20 °C; b) il tempo necessario per portare il sistema a 20 °C.

### **Esercizio 17**

Un protone viene accelerato da fermo da un campo elettrico uniforme, di valore  $E = 250$  V/m, diretto lungo l'asse  $\hat{x}$ . Determinare, in modulo, direzione e verso (rispetto al riferimento dato): a) la velocità raggiunta dal protone dopo 2  $\mu$ s; b) la velocità raggiunta dal protone dopo aver percorso una distanza di 5 m.

### Soluzione Esercizio 1.

Gli scambi di calore avvengono solo tra il ferro e l'acqua. Il ferro cede calore e si raffredda, l'acqua lo acquista e si riscalda. Si ha quindi:

$$c_F \cdot m_F \cdot (T_F - T_X) = c_A \cdot m_A \cdot (T_X - T_A) \Rightarrow T_X = \frac{c_F \cdot m_F \cdot T_F + c_A \cdot m_A \cdot T_A}{c_F \cdot m_F + c_A \cdot m_A}$$

Ricordiamo che 25 l di acqua corrispondono a 25 kg e che il calore specifico dell'acqua è  $4186 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ , si ha:

$$T_X = \frac{448 \cdot 0.5 \cdot 450 + 4186 \cdot 25 \cdot 23}{448 \cdot 0.5 + 4186 \cdot 25} = 24^\circ\text{C}$$

### Soluzione Esercizio 2.

Nel punto più basso della traiettoria abbiamo la tensione  $T$  della fune diretta verso l'alto, mentre la forza peso e la forza centrifuga sono dirette verso il basso, quindi si ha:

$$T = mg + m \frac{v^2}{R} = 61 \cdot 9.8 + 61 \frac{2.4^2}{6.5} = 652 \text{ N}$$

### Soluzione Esercizio 3.

Il corpo si muove con velocità costante, quindi la somma vettoriale delle forze deve essere zero. Queste sono: forza peso verso il basso, reazione normale verso l'alto, forza di attrito orizzontale, e la tensione  $T$  ad un angolo  $\alpha$  con l'orizzontale. Proiettiamo tutte le forze sull'asse orizzontale ( $x$ ) e su quello verticale ( $y$ ):

$$\begin{cases} F_x = T \cos \alpha - F_a = T \cos \alpha - \mu_d N = 0 \\ F_y = T \sin \alpha - mg + N = 0 \end{cases}$$

Dalla prima equazione si trova  $T = \mu_d N / \cos \alpha$ , che sostituita nella seconda dà:

$$\mu_d N \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - mg - N = 0 \Rightarrow N(1 + \mu_d \tan \alpha) - mg = 0$$

$$\Rightarrow N = \frac{mg}{1 + \mu_d \tan \alpha} = \frac{15 \times 9.8}{1 + 0.36 \tan 45^\circ} = 108 \text{ N}$$

quindi:

$$T = \frac{\mu_d N}{\cos \alpha} = \frac{0.36 \times 108}{\cos 45^\circ} = 55 \text{ N}$$

### Soluzione Esercizio 4.

a) Dalla conservazione dell'energia meccanica si ha:

$$\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = x\sqrt{k/m} = 0.061\sqrt{650/1.4} = 1.31 \text{ m/s}$$

b) Sempre dalla conservazione dell'energia, si ha:

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{(v_0^2 + 2gh)} = \sqrt{(1.31^2 + 2 \times 9.8 \times 0.65)} = 3.80 \text{ m/s}$$

### Soluzione Esercizio 5.

La differenza di pressione si ottiene dalla legge di Stevino applicata ai due fluidi in serie. Indichiamo con  $h_o$  e  $\rho_o$  l'altezza e la densità dell'olio, e con  $h_a$  e  $\rho_a$  le stesse grandezze per l'acqua:

$$\Delta p = h_o\rho_o g + h_a\rho_a g = (h_o\rho_o + h_a\rho_a)g = (6 \cdot 10^{-2} \times 0.9 \cdot 10^3 + 12 \cdot 10^{-2} \times 1.0 \cdot 10^3) \times 9.8 = 1705$$

### Soluzione Esercizio 6

Indicando con  $v_{in}$  la velocità del protone in moto prima dell'urto e con  $v$  la velocità dei due protoni dopo l'urto si ha, essendo l'urto completamente anelastico:  $m_p v_{in} = (m_p + m_p)v$ . Da cui  $v_{in} = 2v$ . Poichè è noto il raggio della traiettoria percorsa dai due protoni, che si muovono insieme dopo l'urto, possiamo ricavare subito la velocità dopo l'urto:

a)  $v = \frac{r2eB}{2m_p} = \frac{reB}{m_p} = 2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ .

b) Il modulo della forza di Lorentz sul sistema di due protoni è:  $F_L = 2evB = 2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 0.05 = 3.2 \cdot 10^{-14} \text{ N}$

c) Dalle considerazioni iniziali e dalla a):  $v_{in} = 4 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ .

### Soluzione Esercizio 7

Si risolve ricordando che il campo all'interno di un conduttore è nullo e usando il teorema di Gauss (simmetria sferica). Nel seguito le distanze sono indicate in m.

a)  $E_1 = 0$

b) Qui il campo dipende solo dalla carica sulla sfera interna  $E_2 = K_0 \frac{Q_1}{d_2^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{10 \cdot 10^{-6}}{0.03^2} = 10^8 \text{ N/C}$ . Radiale e diretto verso la calotta esterna.

c) Il campo è di nuovo nullo  $E_3 = 0$ , perchè all'interno del secondo conduttore.

### Soluzione Esercizio 8

a) L'energia potenziale della molla è  $E_p = \frac{1}{2}k\Delta x^2 = \frac{1}{2} \cdot 8400 \cdot 0.1^2 = 42 \text{ J}$

b) Questa viene tutta assorbita dall'acqua,  $Q_{ass} = E_p = m_a c_a \Delta T$ . Da cui l'aumento di temperatura dell'acqua:  $\Delta T = \frac{E_p}{m_a c_a} = \frac{42}{2 \cdot 4186} = 0.005 \text{ K}$

### Soluzione Esercizio 9

Indicando con  $Q_{Fs}$  il calore che viene prelevato al secondo dal condizionatore e dalla definizione di COP per un condizionatore, si ha che

a)  $P = |L|/s = Q_{Fs}/COP = \frac{4000}{5} = 800 \text{ W}$ .

b) Il calore che, al secondo, il condizionatore cede all' ambiente esterno è, in modulo,  $|Q_{Cs}| = Q_{Fs} + P = 4000 + 800 = 4800 \text{ W}$ . Dunque in 1 ora si ha:  $|Q_C| = 4.8 \cdot 3600 \text{ kJ} = 17.28 \text{ MJ}$ .

### Soluzione Esercizio 10

a) La capacità di un condensatore piano è data da  $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$ .

Pertanto  $C = \frac{8.85 \cdot 10^{-12} \cdot 0.0012}{0.003} = 3.54 \text{ pF}$ .

b) Indichiamo con  $\Delta V = 10 \text{ V}$  la differenza di potenziale fra l' armatura positiva e quella negativa. Il campo elettrico è uniforme, ortogonale alle armature e di modulo  $E = \frac{\Delta V}{d} = 3333 \text{ V/m}$ .

c) La densità di carica sulle armature è  $\sigma = \epsilon_0 E = 2.95 \cdot 10^{-8} \text{ C/m}^2 = 0.03 \mu\text{C/m}^2$ .

### Soluzione Esercizio 11

a) Se a pressione costante il volume triplica si ha che anche la temperatura triplica, dunque  $T_f = 3T_i = 900 \text{ K}$ , avendo  $T_i = 26.85 + 273.15 \text{ K}$ .

b) La variazione di energia interna è calcolabile dal primo principio della termodinamica  $\Delta U = Q_{ass} - L$ , dove  $Q_{ass} = 12500 \text{ J}$  e  $L = p\Delta V = 2500(3 - 1) = 5 \text{ kJ}$ .

Dunque  $\Delta U = 7.5 \text{ kJ}$ .

c) Nota  $\Delta U$ , usando  $\Delta U = nc_v \Delta T$  si ha:

$$c_v = \frac{\Delta U}{n\Delta T}, \text{ dove } n = \frac{pV_i}{RT_i} = 1.003 \text{ moli. Dunque } c_v = \frac{7500}{1.003 \cdot 600} = 12.5 \text{ J/(mol K)}.$$

Più semplicemente si potrebbe scrivere  $c_v = xR$  e valutare il fattore  $x$ , che viene in questo caso  $3/2$ . Si tratta dunque di un gas perfetto monoatomico.

### Soluzione Esercizio 12

Il nucleo di elio, positivo, si muove dal potenziale maggiore verso quello minore, dunque nel verso del campo elettrico. Il campo elettrico svolge un lavoro positivo, l' en. potenziale del nucleo diminuisce e pertanto la sua energia cinetica aumenta.

a) Il campo è uniforme, pertanto  $E = -\frac{\Delta V}{x} = \frac{500}{0.2} = 2500 \text{ V/m}$ .

b) Il lavoro fatto dal campo elettrico è  $L_E = -(2e)\Delta V = 2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 500 = 1.6 \cdot 10^{-16} \text{ J}$ . Pertanto, poichè  $L_E = K_{fin} - K_{in}$ , si ha:  $K_{fin} = K_{in} + L_E = 1.2 \cdot 10^{-16} + 1.6 \cdot 10^{-16} = 2.8 \cdot 10^{-16} \text{ J}$

### Soluzione Esercizio 13

La corrente totale che circola nel circuito è:  $i_T = i_1 + i_2 = 0.7 \text{ A}$ .

a) La potenza erogata dal generatore è  $W_T = f i_T = 20 \cdot 0.7 = 14 \text{ W}$ .

b) la caduta di tensione sulla resistenza interna  $r_i$  è:  $V_i = r_i i_T = 7 \text{ V}$ .

c) La caduta di tensione sulle due resistenze in parallelo,  $R_1$  e  $R_2$ , è:  $V_P = f - V_i = 20 - 7 = 13 \text{ V}$ . Dunque:  $R_1 = \frac{V_P}{i_1} = \frac{13}{0.2} = 65 \Omega$  e  $R_2 = \frac{V_P}{i_2} = \frac{13}{0.5} = 26 \Omega$

### Soluzione Esercizio 14

Facendo un disegno chiaro, si vede che affinché il campo elettrico possa annullarsi fra le due cariche queste devono essere dello stesso segno.

A questo punto, possiamo scrivere, avendo preso l' origine del sistema di riferimento sulla carica  $Q_1$ , positivo verso la carica  $Q_2$ , e dunque  $d_1 = d/4$  e  $d_2 = d - d/4 = (3/4)d$

a)  $K_0\left(\frac{Q_1}{d_1^2} - \frac{Q_2}{d_2^2}\right) = 0$  Da cui:  $Q_2 = Q_1 \frac{d_2^2}{d_1^2} = Q_1 \cdot \left(\frac{(3/4)d}{(1/4)d}\right)^2 = Q_1 \cdot \left(\frac{3/4}{1/4}\right)^2 = 0.2 \cdot 3^2 \mu C = 1.8 \mu C$

b) Il potenziale è uno scalare, i due contributi vanno sommati ed essendo le cariche dello stesso segno, si ha:

$V = k_0\left(\frac{Q_1}{d_1} + \frac{Q_2}{d_2}\right)$ . Da cui:  
 $V = k_0\left(\frac{4 \cdot Q_1}{d} + \frac{4 \cdot Q_2}{3 \cdot d}\right)$   $d = \frac{k_0}{V} \times 4 \times (Q_1 + Q_2/3)$   $d = \frac{9 \cdot 10^9}{90 \cdot 10^3} \times 4 \times (0.2 + 1.8/3) \times 10^{-6} = d = 10^6 \times 4 \times 0.8 \times 10^{-6} = 0.32 \text{ m}$

### Soluzione esercizio 15

a) La temperatura della sorgente calda si ottiene usando per il rendimento la seguente espressione:  $\eta = 1 - \frac{T_F}{T_C}$  dunque  $T_C = \frac{T_F}{1-\eta} = 481 \text{ K}$ .

b) il lavoro compiuto in un giorno si esprime come  $L = P * 86400 = 60.5 \times 10^{12} \text{ J} = 60.5 \text{ TJ}$ . Dove 86400 sono i secondi in un giorno ( $24 \times 60 \times 60$ ) Il calore assorbito si ottiene con  $Q_{ass} = \frac{L}{\eta} = 159 \times 10^{12} \text{ J} = 159 \text{ TJ}$ .

### Soluzione esercizio 16

a) Si applica l'equazione di Bernoulli tra un punto sulla superficie dell'acqua dentro la cisterna ed un punto nell'acqua che sta uscendo dal foro. Si tenga presente che l'acqua esce "contro" la pressione atmosferica, mentre la pressione al si sopra dell'acqua nella cisterna è di 2 atmosfere. Si tenga inoltre presente che la velocità di abbassamento dell'acqua nella cisterna può essere trascurata rispetto alla velocità con la quale l'acqua esce dal foro:

$2P_0 + \rho gh = P_0 + \frac{1}{2}\rho v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2P_0}{\rho} + 2gh} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1.01 \cdot 10^5}{10^3} + 2 \cdot 9.8 \cdot 10} = 19.9 \text{ m/s}$   
 b)  $R = v \cdot S = v \cdot \pi r^2 = 19.9 \cdot \pi (10^{-2})^2 = 66.2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 6.2 \text{ l/s}$

### Soluzione esercizio 17

Soluzione scritta con  $T_{finale} = 20 \text{ C}$ , come nel testo.

Il calore latente di fusione del ghiaccio vale  $\lambda_{FUS} = 3.33 \cdot 10^5 \text{ J/kg} = 80 \text{ cal/g}$ .

a) La quantità di calore necessaria per fondere il ghiaccio e scaldare l'acqua (inclusa quella di fusione del ghiaccio) a  $20^\circ \text{C}$  vale:

$\Delta Q = m_{ghiaccio} \lambda_{FUS} + (m_{ghiaccio} + m_{acqua}) c_a \Delta T = 400 \text{ kcal} = 1.67 \cdot 10^6 \text{ J}$ .

b) Essendo la potenza fornita dalla resistenza  $P = VI = 1012 \text{ W}$ , e l'energia prodotta dal fornello pari al calore assorbito dal sistema  $\Delta t = Q/P = 1650 \text{ s} = 27' 30''$ .

### Soluzione esercizio 18

a) L'accelerazione del protone nella prima regione è costante e diretta come il campo elettrico:  $a = eE/m_p = 2.395 \cdot 10^{10} \text{ m/s}^2$ . Dopo  $2 \mu\text{s}$ ,  $v = 4.79 \cdot 10^4 \text{ m/s}$ .

b) Il protone dopo aver percorso 5 metri ha una velocità  $v_2 = \sqrt{2al} = 4.89 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ , sempre parallela al campo elettrico.

Soluzioni numeriche compiti A-F

**Soluzioni compito A**

1 108 N; 55 N; 147 N

2 1170 kJ; 1155 s

3  $2.4 \cdot 10^4$  m/s;  $2.2 \cdot 10^5$  m/s

4 1.31 m/s; 3.8 m/s

5 529 Pa; 1705 Pa

**Soluzioni compito B**

1 0;  $10^8$  N/C; 0

2 42 J; 0.005 K

3 919.5 kJ; 909 s

4  $4.8 \cdot 10^4$  m/s;  $4.9 \cdot 10^5$  m/s

5 800 W; 17.3 MJ

**Soluzioni compito C**

1 3.5 pF; 3333 V/m

2 900 K; 7.5 kJ; 12.5 J/mol/K ossia viene gas monoatomico

3 2500 V/m;  $2.8 \cdot 10^{-16}$  J

4 793 kJ; 1800 s

5  $4.8 \cdot 10^4$  m/s;  $6.9 \cdot 10^5$  m/s

**Soluzioni compito D**

1 900 K; 7.5 kJ; 12.5 J/mol/K ossia viene gas monoatomico

2 1170 kJ; 1155 s

3  $8.6 \cdot 10^4$  m/s;  $5.6 \cdot 10^6$  m/s

4 2500 V/m;  $2.8 \cdot 10^{-16}$  J

5 0;  $10^8$  N/C;

### Soluzioni compito E

1 14 W; 7 V;  $65 \Omega$  e  $26 \Omega$

2  $0.8 \mu\text{C}$ ; 0.32 m

3 481 K;  $13.2 \cdot 10^{12}$  joule

4 1170 kJ; 1155 s

5  $9.6 \cdot 10^4$  m/s;  $6.9 \cdot 10^5$  m/s;

### Soluzioni compito F

1  $24^\circ\text{C}$ ; -95.2 kJ

2 652 N; 598 N

3 1170 kJ; 1155 s

4  $4.8 \cdot 10^4$  m/s;  $4.9 \cdot 10^5$  m/s

5  $2 \cdot 10^6$  m/s;  $3.2 \cdot 10^{-14}$  N;  $4 \cdot 10^6$  m/s;