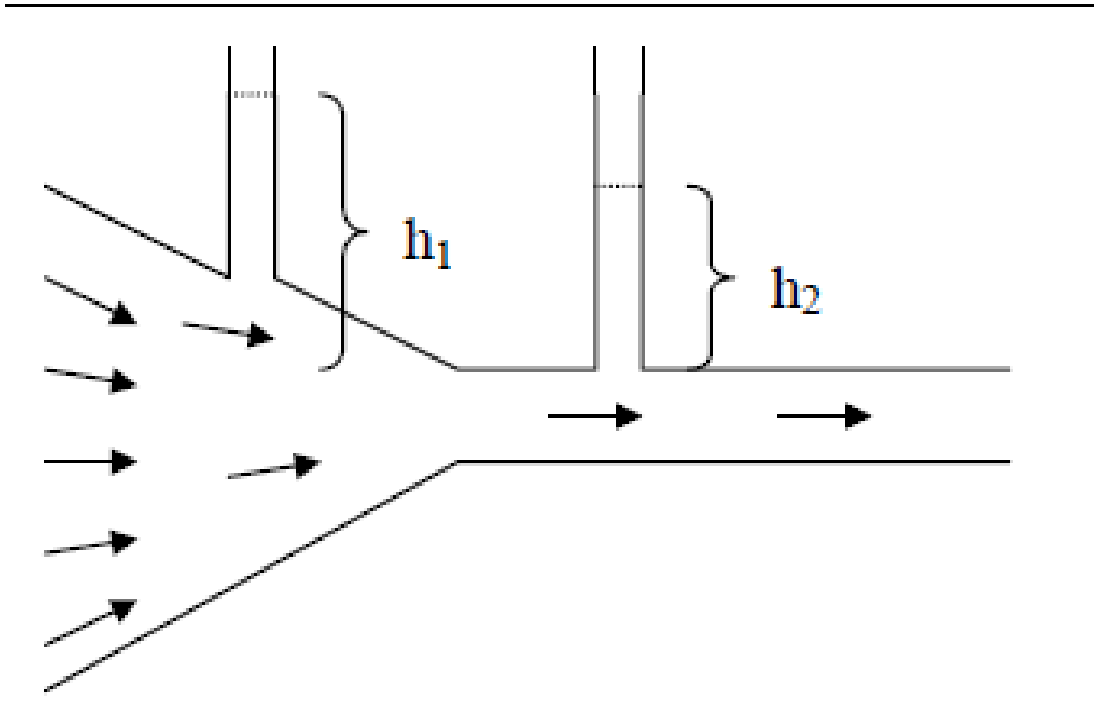


Seconda prova intercorso di Fisica Generale 1 per Ingegneria Edile (N41) 14 dicembre 2017	Prof. Fabio Garufi	Firma leggibile dello studente
Cognome:	Nome:	Matricola:

ESERCIZIO 1. L'acqua sale alle quote $h_1 = 30 \text{ cm}$ e $h_2 = 10.0 \text{ cm}$ nei tubi verticali del condotto indicato in figura. Il diametro del condotto all'altezza del primo tubo è $d_1 = 4.0 \text{ cm}$, e all'altezza del secondo tubo è $d_2 = 2.0 \text{ cm}$.

6 punti

- quanto vale la velocità dell'acqua all'altezza del primo e del secondo tubo?
- quanto valgono la portata in massa e la portata in volume?



Soluzione: Nei tubicini: $P_1 = P_{atm} + \rho g h_1$ e $P_2 = P_{atm} + \rho g h_2$, mentre, nel condotto, per l'equazione di Bernoulli, sarà $P_1 + 1/2 \rho v_1^2 = P_2 + 1/2 \rho v_2^2$ e, per l'equazione di continuità: $v_1 d_1^2 = v_2 d_2^2$. Sostituendo $v_2 = v_1 d_1^2 / d_2^2$ nell'espressione di Bernoulli e risolvendo per v_1

$$v_1 = \sqrt{\frac{2g(h_1 - h_2)}{\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^4 - 1}} = 27.47$$

$$v_2 = 109.88$$

La portata in volume è $Q_1 = A v_1$

ESERCIZIO 2. Una massa di ossigeno O_2 alla temperatura di $T_i = 53$ è contenuta in un cilindro munito di pistone mobile con attrito trascurabile ed è in equilibrio con la pressione atmosferica esterna. Il volume iniziale è di $V_i = 3$ litri. Al gas viene sottratta una quantità di calore pari a $Q = 42 \text{ cal}$ a pressione costante. Determinare:

10 punti

1. Il volume e la temperatura finale del gas
2. Il lavoro compiuto e la variazione di energie interna

(Si consiglia di riportare le unità nel SI)

Soluzione: $Q = nc_p \Delta T$ ove c_p è il calore specifico molare del gas che essendo biatomico vale $c_p = 7/2R$. Dunque $Q \Delta T = (T_f - T_i) = Q / nc_p = 2Q / (7nR)$

$$Q = \frac{7}{2} n R \Delta T$$

$$P \Delta V = n R \Delta T$$

dividendo membro a membro:

$$\Delta V = \frac{2Q}{7P} = -\frac{2 \cdot 42 \cdot 4.186 \text{ J}}{7 \cdot 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}} = -0.0005 \text{ m}^3$$

e $V_f = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.

Dalla seconda, $\Delta T = P \Delta V / nR$; dall'equazione di stato nello stato iniziale: $P_i V_i = n R T_i$, dunque $nR = P_i V_i / (R T_i)$, quindi:

$$(T_f - T_i) = \frac{P \Delta V}{P_i V_i} T_i$$

da cui:

$$T_f = T_i \left(\frac{P}{P_i} \frac{\Delta V}{V_i} + 1 \right) = 271,8 \text{ K}$$

$$\Delta U = n C_v \Delta T = 5/2 n R \Delta T = 5/2 * P_i V_i \Delta T / T_i \text{ e } L = Q - \Delta U.$$

Seconda prova intercorso di Fisica Generale 1 per Ingegneria Edile (N41) 14 dicembre 2017	Prof. Fabio Garufi	Firma leggibile dello studente
Cognome:	Nome:	Matricola:

ESERCIZIO 1. Se l'aria scorre sulla superficie superiore dell'ala di un aereo alla velocità di $v_1 = 156 \text{ m/s}$ e sulla superficie inferiore alla velocità di $v_2 = 125 \text{ m/s}$, si trovi la differenza tra la pressione P_1 sulla superficie superiore e quella P_2 sulla superficie inferiore dell'ala.

Se l'area dell'ala è $A = 15.0 \text{ m}^2$, si trovi la forza agente verso l'alto dell'ala. (Si usi come densità dell'aria $\rho_a = 1.28 \text{ kg/m}^3$.)

Soluzione: Usiamo l'equazione di Bernoulli:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho_a v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho_a v_2^2$$

da cui

$$P_2 - P_1 = \frac{1}{2}\rho_a(v_1^2 - v_2^2) = 5575,04$$

$$F = A\Delta P$$

<i>6 punti</i>

ESERCIZIO 2. Una massa di ossigeno O_2 alla temperatura di $T_i = 78$ è contenuta in un cilindro munito di pistone mobile con attrito trascurabile ed è in equilibrio con la pressione atmosferica esterna. Il volume iniziale è di $V_i = 3$ litri. Al gas viene sottratta una quantità di calore pari a $Q = 42 \text{ cal}$ a pressione costante. Determinare:

10 punti

1. Il volume e la temperatura finale del gas
2. Il lavoro compiuto e la variazione di energie interna

(Si consiglia di riportare le unità nel SI)

Soluzione: $Q = nc_p \Delta T$ ove c_p è il calore specifico molare del gas che essendo biatomico vale $c_p = 7/2R$. Dunque $Q \Delta T = (T_f - T_i) = Q / nc_p = 2Q / (7nR)$

$$Q = \frac{7}{2} n R \Delta T$$

$$P \Delta V = n R \Delta T$$

dividendo membro a membro:

$$\Delta V = \frac{2Q}{7P} = -\frac{2 \cdot 42 \cdot 4.186 \text{ J}}{7 \cdot 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}} = -0.0005 \text{ m}^3$$

e $V_f = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$.

Dalla seconda, $\Delta T = P \Delta V / nR$; dall'equazione di stato nello stato iniziale: $P_i V_i = n R T_i$, dunque $nR = P_i V_i / (R T_i)$, quindi:

$$(T_f - T_i) = \frac{P \Delta V}{P_i V_i} T_i$$

da cui:

$$T_f = T_i \left(\frac{P}{P_i} \frac{\Delta V}{V_i} + 1 \right) = 292,63 \text{ K}$$

$\Delta U = n C_v \Delta T = 5/2 n R \Delta T = 5/2 * P_i V_i \Delta T / T_i$ e $L = Q - \Delta U$.

Seconda prova intercorso di Fisica Generale 1 per Ingegneria Edile (N41) 14 dicembre 2017	Prof. Fabio Garufi	Firma leggibile dello studente
Cognome:	Nome:	Matricola:

ESERCIZIO 1. Un recipiente cilindrico di altezza $h = 2$ m, sezione $S = 55 \text{ cm}^2$, è riempito di acqua fino al bordo e bloccato su di un piano. Se si fora a $d = 26$ cm dal piano, si rileva che dopo un secondo il livello dell'acqua è calato di $\Delta h = 1.2$ mm.

<i>10 punti</i>

1. si scriva l'espressione della velocità di uscita dell'acqua dal foro e se ne determini il valore (si assuma costante la velocità di abbassamento del livello dell'acqua nel cilindro).
2. qual'è la sezione del foro? Si consideri l'acqua un fluido ideale.

Soluzione: La portata è data dal volume d'acqua che esce in un secondo:

$$Port = \frac{S\Delta h}{\Delta t} = 0.000007 \text{ m}^3/\text{s} = 0,007 \text{ l/s}$$

La velocità dell'acqua in uscita è data da:

$$v = \sqrt{2g(h-d)} = 5.84 \text{ ms}^{-1}$$

La portata sarà anche uguale alla velocità dell'acqua in uscita per la sezione A del foro: $Port = vA$ e dunque la sezione sarà:

$$A = \frac{Port}{v} = 1,2 \text{ mm}^2$$

ESERCIZIO 2. Un contenitore adiabatico contiene $M = 10 \text{ kg}$ di ghiaccio alla temperatura $T_0 = -20^\circ\text{C}$. Una massa m_{Cu} di rame alla temperatura $T_{Cu} = 746^\circ\text{C}$ viene introdotta nel contenitore. Determinare il valore della massa m_{Cu} affinché nello stato finale ci siano:

10 punti

1. solo acqua e rame alla temperatura $T_f = 73^\circ\text{C}$

2. vapore e rame alla temperatura di equilibrio $T_f = 150^\circ\text{C}$

(Dati: $c_{H_2O} = 4,18 \text{ kJ}/(\text{kg K})$, $c_{ghiaccio} = 2,09 \text{ kJ}/(\text{kg K})$, $\lambda_{ghiaccio} = 333 \text{ kJ/kg}$, $\lambda_{ev} = 2272 \text{ kJ/kg}$, $c_{Cu} = 0,385 \text{ kJ}/(\text{kg K})$, $c_{vap} = 0,85 \text{ kJ}/(\text{kg K})$)

Soluzione: Il contenitore non scambia calore con l'esterno, dunque la somma delle quantità di calore perso dal rame ed acquistato dall'acqua è 0, in entrambi i casi. Nel primo caso:

$$Q_{Cu} + Q_{ghiaccio} + M\lambda_{ghiaccio} + Q_{H_2O} = 0$$

ove $Q_{Cu} = mc_{Cu}(T_f - T_{Cu})$ è la quantità di calore persa dal rame nel raffreddamento $Q_{H_2O} = Mc_{H_2O}(T_f - T_{cong})$ quella acquistata dall'acqua dopo la fusione e $Q_{ghiaccio} = Mc_{ghiaccio}(T_{cong} - T_0)$ la quantità di calore assorbita dal ghiaccio fino alla temperatura di fusione.

Sostituendo:

$$mc_{Cu}(T_f - T_{Cu}) + Mc_{ghiaccio}(T_{cong} - T_0) + M\lambda_{ghiaccio} + Mc_{H_2O}(T_f - T_{cong}) + Mc_{ghiaccio}(T_{cong} - T_0) + M\lambda_{ghiaccio} = 0$$

da cui:

$$m = \frac{Mc_{H_2O}(T_f - T_{cong}) + M\lambda_{ghiaccio} + Mc_{ghiaccio}(T_{cong} - T_0)}{c_{Cu}(T_{Cu} - T_f)}$$

$m = 26,24 \text{ kg}$ Nel secondo caso:

$$Q_{Cu} + Mc_{ghiaccio}((T_{cong} - T_0) + M\lambda_{ghiaccio} + Q_{H_2O} + M\lambda_{ev} + Mc_{vap}(T_f - T_{eb}) = 0$$

ove $Q_{H_2O} = Mc_{H_2O}(T_{eb} - T_{cong}) = Q_{H_2O} = 100Mc_{H_2O}$. Dunque:

$$mc_{Cu}(T_f - T_{Cu}) + M(100c_{H_2O} + \lambda_{ev} + \lambda_{ghiaccio}) = 0$$

quindi:

$$m = M \left(\frac{100c_{H_2O} + \lambda_{ev} + \lambda_{ghiaccio} + c_{ghiaccio}(T_{cong} - T_i) + c_{vap}(T_f - T_{eb})}{c_{Cu}(T_{Cu} - T_f)} \right)$$

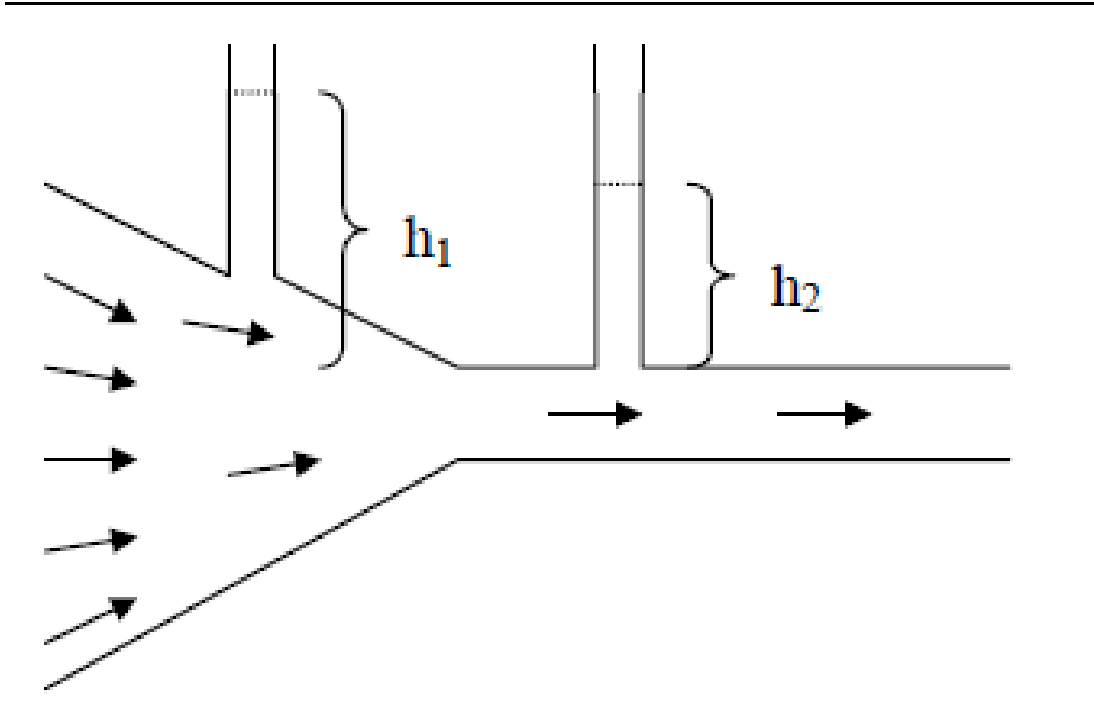
$m = 135,42 \text{ kg}$.

Seconda prova intercorso di Fisica Generale 1 per Ingegneria Edile (N41) 14 dicembre 2017	Prof. Fabio Garufi	Firma leggibile dello studente
Cognome:	Nome:	Matricola:

ESERCIZIO 1. L'acqua sale alle quote $h_1 = 33 \text{ cm}$ e $h_2 = 10.0 \text{ cm}$ nei tubi verticali del condotto indicato in figura. Il diametro del condotto all'altezza del primo tubo è $d_1 = 4.0 \text{ cm}$, e all'altezza del secondo tubo è $d_2 = 2.0 \text{ cm}$.

6 punti

- quanto vale la velocità dell'acqua all'altezza del primo e del secondo tubo?
- quanto valgono la portata in massa e la portata in volume?



Soluzione: Nei tubicini: $P_1 = P_{atm} + \rho g h_1$ e $P_2 = P_{atm} + \rho g h_2$, mentre, nel condotto, per l'equazione di Bernoulli, sarà $P_1 + 1/2 \rho v_1^2 = P_2 + 1/2 \rho v_2^2$ e, per l'equazione di continuità: $v_1 d_1^2 = v_2 d_2^2$. Sostituendo $v_2 = v_1 d_1^2 / d_2^2$ nell'espressione di Bernoulli e risolvendo per v_1

$$v_1 = \sqrt{\frac{2g(h_1 - h_2)}{\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^4 - 1}} = 32.7$$

$$v_2 = 130.8$$

La portata in volume è $Q_1 = A v_1$

ESERCIZIO 2. Un cilindro rigido posto orizzontalmente è chiuso all'estremità da un pistone che si può muovere liberamente senza attrito. Il cilindro è riempito da una mole di gas perfetto monoatomico in equilibrio con la pressione esterna di un'atmosfera ad una temperatura di $T_i = 44\text{ }^{\circ}\text{C}$. Il pistone viene bloccato ed al gas viene fornita una quantità di calore pari a $Q = 2462\text{ J}$. Tolto il blocco del pistone il gas subisce un'espansione che nel piano V-P è rappresentata con un segmento di retta, ed il sistema raggiunge un nuovo stato di equilibrio a temperatura $T_f = 129\text{ }^{\circ}\text{C}$.

10 punti

- a) Si determini la variazione di energia interna del gas durante l'espansione.
b) Si trovi il lavoro fatto dal gas.

Soluzione: Possiamo ricavare la temperatura raggiunta durante la trasformazione a volume costante in cui $Q = nc_v\Delta T$ e quindi: $\Delta T = \frac{Q}{nc_v}$. Il gas è monoatomico, dunque $c_v = \frac{3}{2}R$. In definitiva,

$$T_1 = T + \Delta T = 514.58\text{ K}$$

La variazione di energia interna nella trasformazione irreversibile è data da;

$$\Delta U = nc_v(T_f - T_1) = -1401,99\text{ J}$$

Il volume finale dopo l'espansione è:

$$V_f = \frac{nRT_f}{P_f}$$

La pressione dopo l'isocora è

$$P_1 = \frac{nRT_1}{V_i}$$

Il lavoro svolto sarà dato dall'area del parallelogramma nel piano V-P, avente per basi le pressioni P_1 e P_i ed altezza ΔV .

$$L = \frac{1}{2}(P_i + P_1)(V_f - V_i)$$

Soluzione Versione n. 1
Soluzione Versione n. 4

Soluzione Versione n. 2

Soluzione Versione n. 3