

Seconda prova intercorso di Fisica Generale 1 per Ingegneria Edile (N41) 11 dicembre 2019	Prof. Fabio Garufi	Firma leggibile dello studente
Cognome:	Nome:	Matricola:

ESERCIZIO 1. Quanto lavoro deve compiere una pompa per sollevare $Q = 4 \text{ m}^3$ di acqua ad un'altezza di $h = 30 \text{ m}$ e farla scorrere in un condotto alla pressione $P = 1,6 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ rispetto alla pressione a cui viene prelevata?

Soluzione: Il lavoro è dato dalla somma della variazione di energia potenziale e del lavoro compiuto contro la pressione:
 $L = mgh + PV = 1817,2 \text{ kJ}$ dove $m = 4 \text{ m}^3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

<i>10 punti</i>

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 $Q = 1151\text{ J}$. Tolto il blocco del pistone il gas subisce un'espansione che nel piano V-P è rappresentata con un segmento di retta, che lo porta ad un nuovo stato di equilibrio a temperatura $T_f = 142\text{ }^{\circ}\text{C}$ e pressione $P_f = \frac{7}{8}P_i$ dove P_i è la pressione dopo il riscaldamento.

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 il volume iniziale dall'equazione di stato e 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,

$$V_i = \frac{nRT_i}{P_i} = 0.026\text{ m}^3$$

$$T_1 = T + \Delta T = 409.45\text{ K}$$

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

$$\Delta U = nc_v(T_f - T_1) = 71,21\text{ J}$$

Il volume finale dopo l'espansione è:

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

La pressione dopo l'isocora è :

$$P_1 = \frac{nRT_1}{V_i} = 130,93\text{ kPa} = 1,29\text{ Atm}$$

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

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

Seconda prova intercorso di Fisica Generale 1 per Ingegneria Edile (N41) 11 dicembre 2019	Prof. Fabio Garufi	Firma leggibile dello studente
Cognome:	Nome:	Matricola:

ESERCIZIO 1. Un serbatoio d'accumulo di acqua è costituito da un grande cilindro verticale da cui l'acqua viene prelevata tramite un condotto orizzontale posto alla sua base. Il condotto d'uscita è formato da due tubi di diversa sezione: il primo, a contatto con il serbatoio, di sezione $S_A = 463 \text{ cm}^2$ ed il secondo, a contatto con l'aria, di sezione $S_B = 233 \text{ cm}^2$. Il flusso dell'acqua di ingresso nel serbatoio è tale da mantenere invariato il livello $h = 3 \text{ m}$ dell'acqua nel cilindro. Trattando l'acqua come un fluido ideale, e tenendo presente che la superficie superiore dell'acqua nel cilindro è a contatto con l'atmosfera, si trovi:

<i>punti</i>

1. la velocità di uscita dell'acqua dal condotto;
2. la portata del flusso di acqua in ingresso al serbatoio;
3. la differenza di pressione tra l'acqua che scorre nel condotto di sezione S_A e la pressione atmosferica (pressione differenziale).

Soluzione: La velocità di uscita si ricava utilizzando la legge di Bernoulli prendendo come riferimento la superficie inferiore dell'acqua nel cilindro:

$$\frac{1}{2}\rho v_B^2 + P_0 = P_0 + \rho gh$$

dunque $v_B = \sqrt{2gh} = 7.67 \text{ ms}^{-1}$.

Il flusso in ingresso deve uguagliare quello in uscita $\Phi = S_B \cdot v_B = 0.18 \text{ m}^3/\text{s}$.

La pressione in A, la troviamo applicando la legge di Bernoulli tra A e B;

$$P_A + \frac{1}{2}\rho v_A^2 = P_0 + \frac{1}{2}\rho v_B^2$$

dove la velocità in A viene dall'equazione di continuità: $v_A S_A = v_B S_B \Rightarrow v_A = v_B S_B / S_A = 3.86 \text{ m s}^{-1}$ dunque $P_A - P_0 = \frac{1}{2}\rho(v_B^2 - v_A^2) = 21\,964,65 \text{ Pa}$

ESERCIZIO 2. Una mole di gas perfetto monoatomico esegue un ciclo ABCA nel quale la trasformazione AB è una isocora, BC è un'adiabatica reversibile e CA una isobara. Nel punto B la pressione vale $P_B = 10\text{bar}$ ed il volume $V_B = 2\text{ l}$, ed in C il volume è $V_C = 4V_B$. Determinare:

<i>punti</i>

1. le temperature T_B , T_C e T_A ;
2. le quantità di calore scambiate dal gas ed il rendimento del ciclo.

Soluzione: $T_B = P_B V_B / R = 240.67\text{K}$, le altre variabili le calcoliamo con l'equazione dell'adiabatica $TV^{\gamma-1} = \text{cost}$ con $\gamma = 5/3$

$$T_B V_B^{\gamma-1} = T_C V_C^{\gamma-1} \rightarrow T_C = T_B \left(\frac{V_B}{V_C} \right)^{2/3} = 95.51\text{ K}$$

$$T_A = P_A V_A / R = P_C V_B / R = (T_C R / V_C)(V_B / R) = T_C (V_B / V_C) = T_C / 4 = 23.88\text{K}$$

Nella trasformazione AB si acquista calore $Q_{AB} = c_v(T_B - T_A) = 3/2 R(T_B - T_A) = 2702.29\text{J}$;

Nella trasformazione CA si cede calore $Q_{CA} = c_p(T_A - T_C) = 5/2 R(T_A - T_C) = -1488.11\text{J}$;

La trasformazione adiabatica non scambia calore. Il rendimento è $\eta = (Q_{AB} + Q_{AC})/Q_{AB} = 0.45$

Seconda prova intercorso di Fisica Generale 1 per Ingegneria Edile (N41) 11 dicembre 2019	Prof. Fabio Garufi	Firma leggibile dello studente
Cognome:	Nome:	Matricola:

ESERCIZIO 1. Un recipiente cilindrico di altezza $h = 2$ m, sezione $S = 38 \text{ cm}^2$, 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:

$$Port = \frac{S\Delta h}{\Delta t} = 0.000005 \text{ m}^3/\text{s} = 0,005 \text{ l/s}$$

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:

$$A = \frac{Port}{v} = 0,86 \text{ mm}^2$$

ESERCIZIO 2. Una mole di gas perfetto monoatomico esegue un ciclo ABCA nel quale la trasformazione AB è una isocora, BC è un'adiabatica reversibile e CA una isobara. Nel punto B la pressione vale $P_B = 9\text{bar}$ ed il volume $V_B = 4\text{ l}$, ed in C il volume è $V_C = 4V_B$. Determinare:

<i>punti</i>

1. le temperature T_B , T_C e T_A ;
2. le quantità di calore scambiate dal gas ed il rendimento del ciclo.

Soluzione: $T_B = P_B V_B / R = 433.21\text{K}$, le altre variabili le calcoliamo con l'equazione dell'adiabatica $TV^{\gamma-1} = \text{cost}$ con $\gamma = 5/3$

$$T_B V_B^{\gamma-1} = T_C V_C^{\gamma-1} \rightarrow T_C = T_B \left(\frac{V_B}{V_C} \right)^{2/3} = 171.92\text{ K}$$

$$T_A = P_A V_A / R = P_C V_B / R = (T_C R / V_C)(V_B / R) = T_C (V_B / V_C) = T_C / 4 = 42.98\text{K}$$

Nella trasformazione AB si acquista calore $Q_{AB} = c_v(T_B - T_A) = 3/2 R(T_B - T_A) = 4864.22\text{J}$;

Nella trasformazione CA si cede calore $Q_{CA} = c_p(T_A - T_C) = 5/2 R(T_A - T_C) = -2678.73\text{J}$;

La trasformazione adiabatica non scambia calore. Il rendimento è $\eta = (Q_{AB} + Q_{AC})/Q_{AB} = 0.45$

