

**a.a. 2017-2018****Quesiti** (peso di ogni quesito: 2)**Q1\_05/11/2018**

Qual è la definizione di P e la sua unità di misura ? Scegliere i valori dei coefficienti  $l, m, n$  nella relazione  $M^l L^m T^n$  per ottenere l'espressione dimensionale della P.

**A e C:** P=portata volumetrica  $l=0, m=3, n=-1$  **B e D:** P=quantità di moto  $l=1, m=1, n=-1$

**Q2\_05/11/2018**

Qual è la definizione di P e la sua unità di misura ? Scegliere i valori dei coefficienti  $l, m, n$  nella relazione  $M^l L^m T^n$  per ottenere l'espressione dimensionale della P.

**A e C:** P=potenza  $l=1, m=2, n=-3$  **B e D:** P=pressione  $l=1, m=-1, n=-2$

**Q3\_05/11/2018**

Qual è la forza di Lorentz che agisce su una particella di carica  $q_0=1\text{pC}$  in moto con velocità  $\vec{v}$  in presenza di un campo magnetico  $\vec{B}$  ?

**A:**  $\vec{v} = 1\text{m/s}\hat{y}$  e  $\vec{B} = 2\text{T}\hat{z}$   $\vec{F} = 2 \times 10^{-12}\text{N}\hat{x}$

**B:**  $\vec{v} = 1\text{m/s}\hat{y}$  e  $\vec{B} = 0.2\text{T}\hat{x}$   $\vec{F} = -0.2 \times 10^{-12}\text{N}\hat{z}$

**C:**  $\vec{v} = -1\text{m/s}\hat{y}$  e  $\vec{B} = 5\text{T}\hat{x}$   $\vec{F} = 5 \times 10^{-12}\text{N}\hat{z}$

**D:**  $\vec{v} = 10\text{m/s}\hat{x}$  e  $\vec{B} = -1\text{T}\hat{z}$   $\vec{F} = 10^{-11}\text{N}\hat{y}$

**Q4\_05/11/2018**

Determinare il baricentro di carica del sistema di 3 particelle con carica elettrica 1 nC, 1 nC e 3nC collocate lungo una retta rispettivamente alle coordinate:

**A e C:** -1 mm, -5 mm e 2 mm.  $\rightarrow 0. \text{ mm}$

**B e D:** -5 mm, 10 mm e 5 mm.  $\rightarrow 4.0 \text{ mm}$

**Q5\_05/11/2018**

Calcolare la X equivalente del sistema di resistori o condensatori indicati in figura 1.

**A:** X=capacità;  $X_1=1\text{pF}$ ;  $X_2=2X_1$ ;  $X_3=X_1/2$  **0.43 pF** **B:** X=capacità;  $X_1=2\text{pF}$ ;  $X_2=X_1$ ;  $X_3=2X_1$  **2 pF**

**C:** X=resistenza;  $X_1=1\text{k}\Omega$ ;  $X_2=X_1$ ;  $X_3=X_1/2$  **1.33 kΩ** **D:** X=resistenza;  $X_1=2\text{k}\Omega$ ;  $X_2=0.5X_1$ ;  $X_3=X_1$  **2.67 kΩ**

**Q6\_05/11/2018**

Un fluido ideale scorre in un condotto sotterraneo a profondità variabile. Se la velocità del fluido è  $v_1$  in un punto (A) a profondità di  $h_1=1\text{m}$  in cui la sezione del condotto è  $S_1$ , determinare la velocità del fluido in un punto (B) alla profondità  $h_2$  tenendo conto che la sezione del condotto in B è pari a  $20\text{cm}^2$ . Valutare la differenza di pressione tra il punto B e il punto A, assumendo che il fluido sia acqua.

**A:**  $v_1=1\text{m/s}$ ,  $S_1=10\text{cm}^2$ ,  $h_2=0.5\text{m}$  **0.5m/s**

**B:**  $v_1=1\text{m/s}$ ,  $S_1=40\text{cm}^2$ ,  $h_2=0.5\text{m}$  **2m/s**

**C:**  $v_1=2\text{m/s}$ ,  $S_1=10\text{cm}^2$ ,  $h_2=2\text{m}$  **1m/s**

**D:**  $v_1=2\text{m/s}$ ,  $S_1=40\text{cm}^2$ ,  $h_2=1.5\text{m}$  **0.5m/s**

Infatti,  $v_1 S_1 = v_2 S_2$  (flusso non viscoso).

Per Bernulli si ha:  $p_1 + 0.5\rho v_1^2 + \rho g y_1 = p_2 + 0.5\rho v_2^2 + \rho g y_2$

Nota che  $y = -h$ , cioè  $y$  si misura su  $y = \text{un asse } y \text{ orientato verso l'alto}$ ;

quindi  $p_B - p_A = p_2 - p_1 = 0.5\rho(v_1^2 - v_2^2) + \rho g(h_2 - h_1) =$

**A:**  $1000\text{kg/m}^3 (0.5 (1\text{m}^2/\text{s}^2 - 0.25\text{m}^2/\text{s}^2) + 9.8\text{m/s}^2(0.5\text{m} - 1\text{m})) = -4525\text{ Pa}$

**B:**  $1000\text{kg/m}^3 (0.5 (1\text{m}^2/\text{s}^2 - 4\text{m}^2/\text{s}^2) + 9.8\text{m/s}^2(0.5\text{m} - 1\text{m})) = -6400\text{ Pa}$

**C:**  $1000\text{kg/m}^3 (0.5 (1\text{m}^2/\text{s}^2 - 4\text{m}^2/\text{s}^2) + 9.8\text{m/s}^2(2\text{m} - 1\text{m})) = 8300\text{ Pa}$

**D:**  $1000\text{kg/m}^3 (0.5 (1\text{m}^2/\text{s}^2 - 0.25\text{m}^2/\text{s}^2) + 9.8\text{m/s}^2(1.5\text{m} - 1\text{m})) = 5275\text{ Pa}$

**Q7\_05/11/2018**

Una certa quantità di gas ideale si trova inizialmente nello stato identificato dai valori  $V_1$  e  $P_1$  del solo volume e della sua pressione. Dopo una certa trasformazione i nuovi valori di volume e pressione sono  $V_2$  e  $P_2$ . Con quale delle trasformazioni elencate il lavoro compiuto dal gas è massimo ?

1) trasformazione isoterma

2) trasformazione adiabatica

3) trasformazione isobara

4) trasformazione isocora

5) il lavoro compiuto nel processo è sempre lo stesso.

**A:**  $V_2=2V_1$ ; **isobara** **B:**  $P_2=0.5P_1$ ; **isoterma** **C:**  $V_2=0.5V_1$ ; **adiabatica** **D:**  $P_2=2P_1$  **adiabatica**

**Q8\_05/11/2018**

Qual è l'espressione della energia potenziale associata alla forza

**A:** di Hooke  $(1/2)k(\Delta x)^2$

**B:** Gravitazionale  $-GmM/r$

**C:** Peso  $mg_y$  (con asse  $y$  che punta verso l'alto)

**D:** di Coulomb  $-kqQ/r$

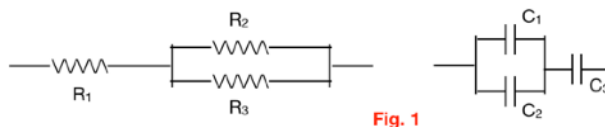


Fig. 1

**Domande** (peso di ogni domanda: 4)

**D1\_05/11/2018**

**A, D)** Si enunci il principio di Pascal e se ne discuta un'applicazione.

**B, C)** Qual è il rischio a cui va incontro un vaso sanguigno un cui si manifesti un'aneurisma ? Si discutano i principi fisici che spiegano il fenomeno.

**D2\_05/11/2018**

Si consideri una lente sottile convergente di distanza focale  $f$ . Determinare la coordinata  $q$  e le dimensioni trasversali  $y'$  dell'immagine di un oggetto reale collocato alla coordinata  $p$  e di dimensioni trasversali  $y$ . Dire se l'immagine è reale o immaginaria e se è capovolta o meno rispetto all'oggetto. Rappresentare la situazione schematicamente.

**A:**  $f=20\text{cm}$ ,  $p=15\text{cm}$ ,  $y=1\text{cm}$   $q=fp/(p-f)=-60\text{cm}$   $y'=-yq/p=4\text{cm}$  *immagine virtuale non capovolta*

**B:**  $f=20\text{cm}$ ,  $p=25\text{cm}$ ,  $y=2\text{cm}$   $q=100\text{cm}$ ,  $y'=-8\text{cm}$  *immagine reale capovolta*

**C:**  $f=10\text{cm}$ ,  $p=15\text{cm}$ ,  $y=0.5\text{cm}$   $q=30\text{cm}$ ,  $y'=-1\text{cm}$  *immagine reale capovolta*

**D:**  $f=10\text{cm}$ ,  $p=20\text{cm}$ ,  $y=2\text{cm}$   $q=20\text{cm}$ ,  $y'=-1\text{cm}$  *immagine reale capovolta*

**D3\_05/11/2018**

Qual è la relazione che lega volume e pressione di un gas perfetto  $x$ -atomico in una trasformazione adiabatica ? Si faccia una rappresentazione grafica di una trasformazione adiabatica in cui il volume finale è pari a  $xV_{iniziale}$  e si indichi graficamente il lavoro  $L$  e se ne discuta il segno. Qual è la relazione tra volume e temperatura nello stesso tipo di trasformazioni ?

**A:**  $x$ -atomico: biatomico,  $x=1.5$ ;  $PV^\gamma=\text{cost}$   $TV^{\gamma-1}=\text{cost}$   $\gamma=c_p/c_v=7/5$  espansione,  $L>0$

**B:** monoatomico,  $x=0.5$ ;  $\gamma=c_p/c_v=5/3$  compressione,  $L<0$

**C:** biatomico,  $x=0.5$ ;  $\gamma=c_p/c_v=7/5$  compressione,  $L<0$

**D:** poliatomico,  $x=2$ .  $\gamma=c_p/c_v=7/6$  espansione,  $L>0$

**D4\_05/11/2018**

Si calcoli il valore dell'accelerazione di gravità sulla luna, sapendo che la densità media della luna  $\rho=3,34 \text{ g/cm}^3$  (la densità media della terra è  $\rho_T=5,51 \text{ g/cm}^3$ ) e il suo raggio è pari a circa 0.27 volte il raggio della terra.

$$g_L = G\rho_L(4/3)\pi R_L^3/R_L^2 = G\rho_L(4/3)\pi R_L \quad g_T = G\rho_T(4/3)\pi R_T^3/R_T^2 = G\rho_T(4/3)\pi R_T \quad g_L = \rho_L R_L / (\rho_T R_T) = 1.65 \text{ m/s}^2$$

**Problemi** (peso di ogni problema: 6)

**P1\_05/11/2018**

Si immagini una regione  $V_c$  dello spazio di forma cubica, con lato di lunghezza  $L$ . Definito un sistema di coordinate cartesiano con origine al centro della regione e assi  $x$ ,  $y$  e  $z$  paralleli ai lati del cubo, si immagini che nella regione esista un campo elettrico uniforme  $\vec{E} = E_0 \hat{z}$ , mentre all'esterno il campo elettrico sia nullo.

Ad un certo istante di tempo  $t_0$  una *particella* è introdotto nella regione a partire dall'origine

a) con velocità nulla.

b) con velocità pari a  $\vec{v} = v_0 \hat{u}$

Si risponda alle seguenti domande per il caso a) e alle domande 1), 8) e 2) per il caso b) trascurando la forza peso (si usi come guida la Fig. 1).

1) Quale sarà la traiettoria della particella ? **A,B:** rettilinea, parallela a  $-z$ ; **C,D:** parallela a  $z$ ; In quale piano è contenuta ? **A,D:** nel caso b) parabolica nel piano  $xz$ , a  $(0,0,0)$  parallela all'asse  $x$ ;

**B,C:** nel caso b) parabolica nel piano yz, a (0,0,0) parallela all'asse y;

2) Da quale punto la particella uscirà dalla regione Vc ?

A: (0,0,-1m), (10cm,0,-1m) B: (0,0,-1m), (10cm,0,-10m)

C: (0,0, 1m), (5cm,0, 1m) D: (0,0,-1m), (10cm,0,-10m)

3) dopo quanto tempo ? A,C:  $a = qE/m = 1.6 \times 10^{12} \text{m/s}^2$  B,D:  $a = qE/m = 1.6 \times 10^{13} \text{m/s}^2$

A,B,C,D:  $t \sim 10^{-6} \text{s}$  (da  $x = (1/2)at^2$ )

4) con quale velocità in modulo, direzione e verso ? A,C:  $v = 1.6 \times 10^6 \text{m/s}$  B,D:  $v = 1.6 \times 10^7 \text{m/s}$

5) Quale sarà l'energia meccanica totale della particella all'uscita da Vc ?  $E = E_p + E_k = E_k$

6) Quale sarà l'energia cinetica totale della particella all'uscita da Vc ?  $\Delta E_k = \Delta E_p(0,0,0) = q\Delta V = q(L/2)E_0$  A,C:  $1.6 \times 10^{-17} \text{J}$ ; B,D:  $\Delta E_k = 1.6 \times 10^{-15} \text{J}$  (ricavare v da  $E_k = 0.5mv^2$ )

7) Quale sarà il lavoro compiuto dalla forza elettrica nello stesso tempo ?  $W = E_{k(\text{finale})}$

8) Quale sarà la traiettoria della particella all'uscita da Vc ? **rettilineo uniforme**

9) Si faccia un diagramma delle linee di campo sulla Fig. 1. (riportato in figura per il caso A e C): **linee equi-spaziate (campo uniforme) dritte come il campo (z-versore)**

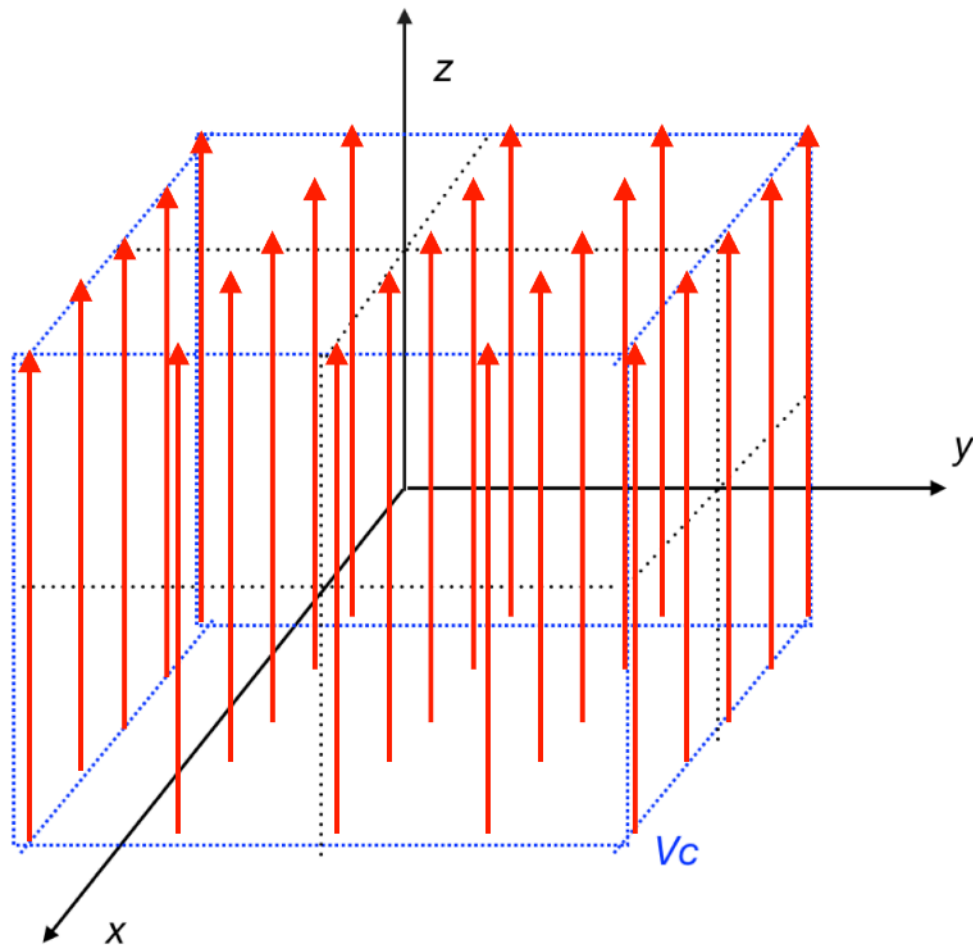
**A:**  $E_0 = 10 \text{ V/m}$ ,  $v_0 = 10^5 \text{ m/s}$ ,  $\hat{u} = \hat{x}$ ,  $L = 2 \text{ m}$ , *particella = elettrone*

**B:**  $E_0 = -100 \text{ V/m}$ ,  $v_0 = 10^5 \text{ m/s}$ ,  $\hat{u} = \hat{y}$ ,  $L = 20 \text{ m}$ , *particella = anti-elettrone*

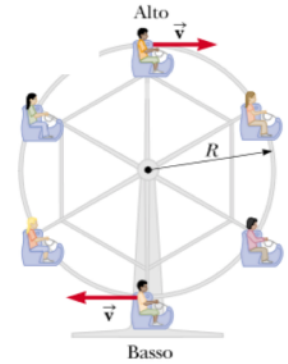
**C:**  $E_0 = 10 \text{ V/m}$ ,  $v_0 = 0.5 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ ,  $\hat{u} = \hat{y}$ ,  $L = 2 \text{ m}$ , *particella = anti-elettrone*

**D:**  $E_0 = -100 \text{ V/m}$ ,  $v_0 = 10^5 \text{ m/s}$ ,  $\hat{u} = \hat{x}$ ,  $L = 20 \text{ m}$ , *particella = elettrone*

*Suggerimento: si ricordi che il campo elettrico rappresenta la forza di natura elettrica che agisce su una carica unitaria.*



**Fig. 2**



**P2\_05/11/2018**

Un bambino di massa  $M$  è seduto su una ruota panoramica verticale e percorre una circonferenza di raggio  $R$  alla velocità di modulo costante  $v$ . Determinare la forza esercitata dal seggiolino sul bambino nel punto più alto della traiettoria, nel punto più basso.

- A:**  $R=10\text{m}$ ,  $v=2\text{m/s}$ ,  $M=20\text{ Kg}$  **B:**  $R=12\text{m}$ ,  $v=1\text{m/s}$ ,  $M=30\text{ Kg}$   
**C:**  $R=7\text{m}$ ,  $v=1\text{m/s}$ ,  $M=20\text{ Kg}$  **D:**  $R=10\text{m}$ ,  $v=3\text{m/s}$ ,  $M=30\text{ Kg}$

in alto  $mv^2/R = mg - F_N \rightarrow$

**A,B,C,D**  $\rightarrow F_N = -20 \times 4 / 10 + 200 = 192\text{ N}$ ,  $30 \times 1 / 12 + 300 = 298\text{ N}$ ,  $20 \times 1 / 7 + 200 = 197\text{ N}$ ,  $30 \times 9 / 10 + 300 = 270\text{ N}$

in basso  $mv^2/R = F_N - mg \rightarrow$

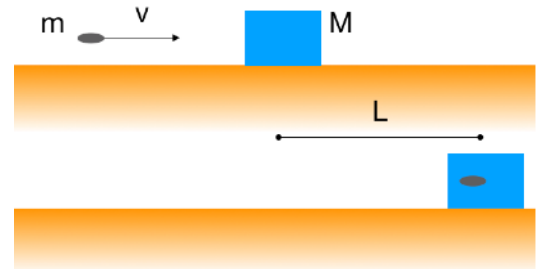
**A,B,C,D**  $\rightarrow F_N = 20 \times 4 / 10 + 200 = 208\text{ N}$ ,  $30 \times 1 / 12 + 300 = 302\text{ N}$ ,  $20 \times 1 / 7 + 200 = 203\text{ N}$ ,  $30 \times 9 / 10 + 300 = 330\text{ N}$

**P3\_05/11/2018**

Un proiettile di piombo di massa  $m$  viaggia alla velocità  $v$  in direzione parallela a un piano orizzontale quando colpisce (senza fuoriuscire) un blocchetto di legno di massa  $M$  appoggiato sul piano. Dopo l'impatto il blocco di legno scivola sul piano per una distanza  $L$  prima di fermarsi.

- Determinare la velocità del proiettile prima dell'urto.
- Se il proiettile è di piombo determinare la temperatura del proiettile conficcato nel legno sapendo che la sua temperatura prima dell'impatto è  $20^\circ\text{C}$ .  
 Si assumano i seguenti dati numerici:

- A:**  $m = 10\text{ g}$ ,  $M = 200\text{ g}$ , coefficiente di attrito dinamico tra il blocchetto e la superficie di appoggio  $\mu_d = 0.4$ ,  $L = 10\text{ m}$ .  
**B:**  $m = 10\text{ g}$ ,  $M = 100\text{ g}$ , coefficiente di attrito dinamico tra il blocchetto e la superficie di appoggio  $\mu_d = 0.3$ ,  $L = 20\text{ m}$ .  
**C:**  $m = 20\text{ g}$ ,  $M = 200\text{ g}$ , coefficiente di attrito dinamico tra il blocchetto e la superficie di appoggio  $\mu_d = 0.5$ ,  $L = 10\text{ m}$ .  
**D:**  $m = 20\text{ g}$ ,  $M = 150\text{ g}$ , coefficiente di attrito dinamico tra il blocchetto e la superficie di appoggio  $\mu_d = 0.5$ ,  $L = 20\text{ m}$ .  
 Cosa accadrebbe se il piano fosse privo di attrito ?



L'urto del proiettile e del blocchetto è completamente anelastico  $\Rightarrow$  il sistema blocchetto+proiettile dopo l'urto ha una velocità iniziale  $v_{in} = v_0 (m_1 / (m_1 + m_2))$  dove  $v_0$  è la velocità del proiettile prima dell'urto; L'energia meccanica (=energia cinetica) persa  $\Delta E$  nell'urto si converte in calore ceduto al proiettile (anche al legno in realtà) che ne innalza la temperatura da  $20^\circ\text{C}$  a  $20^\circ\text{C} + \Delta E / (m c)$ ; il sistema blocchetto+proiettile dopo l'urto è soggetto all'accelerazione  $a$  (in verso contrario alla velocità iniziale) dovuta all'attrito dinamico,  $a = -\mu g$ , quindi scivola fino al tempo  $t$  in cui la velocità si annulla  $t = v_{in} / \mu g$  e la distanza percorsa è  $L = v_{in} t + 0.5 a t^2 \dots$  sostituendo si ha  $L = (m_1 / (m_1 + m_2))^2 v_0^2 / (\mu g)$  e invertendo questa relazione si ottiene il valore di  $v_0$

**A:**  $v = (0.4 \times 10 \times 9.8)^{1/2} (200 + 10) / 10 = 131\text{ m/s}$   $v_{in} = 6.3\text{ m/s}$   $\Delta E = (1/2)(0.01 \times 131^2 - 0.21 \times 6.3^2) = 81.6\text{ J}$   $\Delta T = 81.6\text{ J} / (0.01\text{ kg} \times 128\text{ J}/(\text{kg K})) = 63.7\text{ K}$

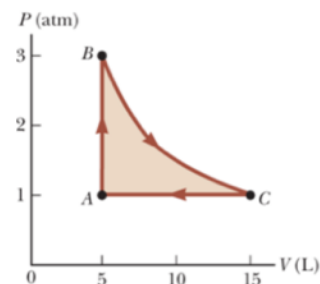
**B:**  $v = (0.3 \times 20 \times 9.8)^{1/2} (100 + 10) / 10 = 84.3\text{ m/s}$   $v_{in} = 7.7\text{ m/s}$   $\Delta E = (1/2)(0.01 \times 84.3^2 - 0.11 \times 7.7^2) = 32\text{ J}$   $\Delta T = 32\text{ J} / (0.01\text{ kg} \times 128\text{ J}/(\text{kg K})) = 25\text{ K}$

**C:**  $v = (0.5 \times 10 \times 9.8)^{1/2} (200 + 20) / 20 = 77\text{ m/s}$   $v_{in} = 7\text{ m/s}$   $\Delta E = (1/2)(0.02 \times 77^2 - 0.22 \times 7^2) = 53.9\text{ J}$   $\Delta T = 53.9\text{ J} / (0.02\text{ kg} \times 128\text{ J}/(\text{kg K})) = 21\text{ K}$

**D:**  $v = (0.5 \times 20 \times 9.8)^{1/2} (150 + 20) / 20 = 84\text{ m/s}$   $v_{in} = 9.9\text{ m/s}$   $\Delta E = (1/2)(0.02 \times 84^2 - 0.17 \times 9.9^2) = 62\text{ J}$   $\Delta T = 62\text{ J} / (0.02\text{ kg} \times 128\text{ J}/(\text{kg K})) = 24\text{ K}$

**P4\_05/11/2018**

Una mole di gas perfetto monoatomico compie un ciclo di trasformazioni che lo riporta nel punto di partenza A passando attraverso i punti B e C. Si descriva la natura di ciascuna delle tre trasformazioni che compongono il ciclo, si determini la temperatura del gas nei punti A, B e C. Si calcoli il lavoro compiuto dal gas nel ciclo, il calore assorbito nel ciclo e la variazione di energia interna tra i punti B e C ( $U_{intC} - U_{intB}$ )



**A:** si assumano valori dell'asse P doppi rispetto a quelli in figura

**B:** si assumano valori dell'asse V doppi rispetto a quelli in figura

**C:** si assumano gli assi indicati in figura

**D:** si assumano valori dell'asse P pari a metà di quelli in figura

**A:**  $T = PV \times 100/R = 1000/8.31 = 120K, 360 K$ ;  $W = RT \ln(V_C/V_B) - P\Delta V_{CA} = 8.31 \times 360 \ln(V_f/V_i) - 2000 = 1280J$   $Q = 1280J$  (uguale al lavoro compiuto, perché nel ciclo  $\Delta U = 0$ ),  $U_{intC} - U_{intB} = 0$  perché la trasformazione è isoterma  $\Rightarrow$  a U costante.

**B:**  $T = PV \times 100/R = 1000/8.31 = 120K, 360 K$ ;  $W = RT \ln(V_C/V_B) - P\Delta V_{CA} = 8.31 \times 360 \ln(V_f/V_i) - 2000 = 1280J$   $Q = 1280J$ ,  $U_{intC} - U_{intB} = 0$

**C:**  $T = PV \times 100/R = 500/8.31 = 60K, 180 K$ ;  $W = RT \ln(V_C/V_B) - P\Delta V_{CA} = 8.31 \times 180 \ln(V_f/V_i) - 1000 = 640J$   $Q = 640J$ ,  $U_{intC} - U_{intB} = 0$

**D:**  $T = PV \times 100/R = 250/8.31 = 30K, 90 K$ ;  $W = RT \ln(V_C/V_B) - P\Delta V_{CA} = 8.31 \times 90 \ln(V_f/V_i) - 500 = 323J$   $Q = 323J$ ,  $U_{intC} - U_{intB} = 0$

**x100 e' dovuto al fatto che P e V vanno espressi in Pa e m<sup>3</sup>; 1 atm = 10<sup>5</sup> Pa 1l = 10<sup>-3</sup>m<sup>3</sup>**

**RICORDA:**

$$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}; \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$k = 1 / (4 \pi \epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

$$|e| = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C.}$$

$$\text{Costante di gravitazione universale } G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

$$\text{Massa dell'elettrone } m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$$

$$\text{Massa del protone } m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$$

$$\text{Massa della terra } m_T = 5.97 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$$

$$\text{Raggio medio della terra } R_T = 6.37 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{Densità volumetrica dell'acqua } 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Numero di Avogadro } N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{Costante di gravitazione universale } G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$$

$$\text{Costante universale dei gas } R = 8.31 \text{ J}/(\text{mole K})$$

$$\text{Costante di Boltzmann } k_B = R/N_A$$

$$1 \text{ cal} = 4.18 \text{ J}$$

$$X \text{ } ^\circ\text{C} = (X + 273.15) \text{ K}$$

$$\text{Calore latente di evaporazione dell'acqua } \lambda = 2272 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Calore latente di fusione del ghiaccio } \lambda = 333 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Calore specifico di H}_2\text{O a pressione costante } 4186 \text{ J}/(\text{kg K})$$

$$\text{Calore specifico del Fe a pressione costante } 460 \text{ J}/(\text{kg K})$$

$$\text{Calore specifico del Pb a pressione costante } 128 \text{ J}/(\text{kg K})$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s.}$$