A

UNIVERSITÀ DI TRIESTE
Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Biologiche
A.A. 2017/2018 – Corso di Fisica
Prova Scritta – Sessione Invernale - II Appello - 16.02.2018

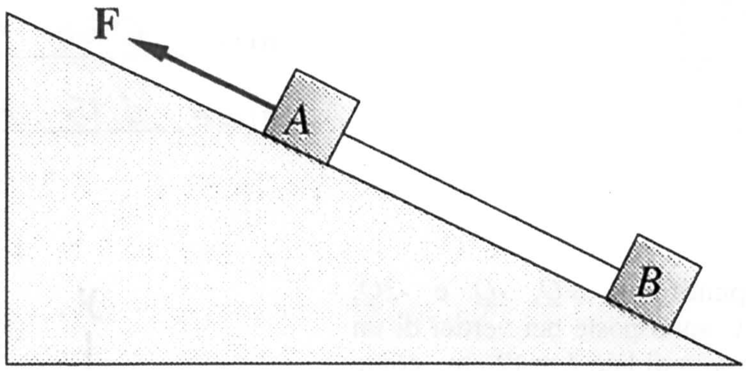
Cognome ....**Nome** ....

Istruzioni: I problemi vanno svolti per esteso nei fogli protocollo. Successivamente, per ciascuna domanda, si richiede si riportare negli appositi spazi su questo foglio:

i) *(ove possibile) la grandezza incognita richiesta espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date, e*

ii) *il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e le unità di misura appropriate*

1) Due blocchi A e B, di masse rispettivamente m_A = 3.2 kg e m_B = 2.1 kg, collegati da un filo, possono scorrere su un piano liscio, inclinato di θ = 35° rispetto all'orizzontale. Al blocco A viene applicata una forza **F**, diretta come in figura, di modulo F = 90 N.



Calcolare:

a) Il modulo a dell'accelerazione che caratterizza il moto del sistema:

i) $a = \frac{F}{m_A+m_B} - g \operatorname{sen}\theta$ ii) a = 11,4 m/s²

b) Il modulo T della tensione del filo:

i) $T = \frac{m_B}{m_A+m_B} F$ ii) T = 35,7 N

2) Una tazza di alluminio di massa m_1 = 120 g isolata termicamente a T_1 = 15 °C viene riempita con m_2 = 140 g d'acqua a T_2 = 50 °C. Dopo qualche minuto viene raggiunto l'equilibrio termico. Ricordando che il calore specifico dell'alluminio vale C = 0.90 J/(g °C), determinare:

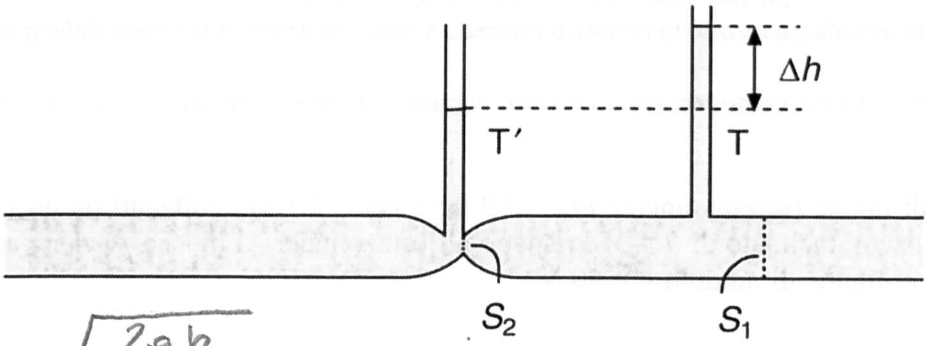
a) la temperatura T_e all'equilibrio termico

i) $T_e = \frac{m_1 C T_1 + m_2 C_{H_2O} T_2}{m_1 C + m_2 C_{H_2O}}$ ii) T_e = 44,6 °C = 317,7 K

b) la variazione totale di entropia ΔS:

i) $\Delta S = m_1 C \ln\left(\frac{T_e}{T_1}\right) + m_2 C_{H_2O} \ln\left(\frac{T_e}{T_2}\right)$ ii) ΔS = 0,584 J/K

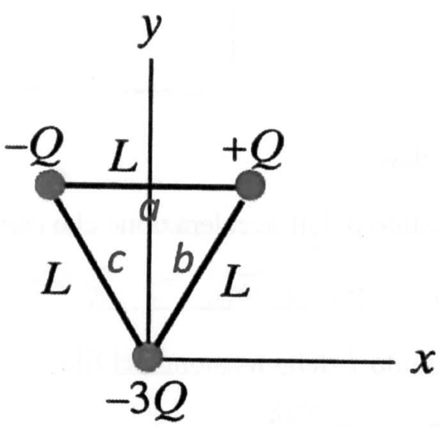
3) In una condotta orizzontale fluisce acqua in regime di moto stazionario. La velocità del flusso vale v_1 dove il tubo ha sezione S_1, e v_2 in presenza di un restringimento della sezione $S_2 = S_1/3$ (vedi figura). Sulla condotta orizzontale sono innestati due tubi piezometrici, T e T'. Il livello dell'acqua nel tubo T', posto in corrispondenza del restringimento, raggiunge un'altezza inferiore di Δh = 6.0 cm all'altezza che raggiunge nel tubo T, posto lontano dal restringimento. Assimilando l'acqua ad un fluido ideale, determinare le velocità v_1 e v_2:



i) $v_1 = \sqrt{\dfrac{2gh}{(S_1/S_2)^2-1}}$ ii) v_1 = 0,38 m/s

i) $v_2 = \dfrac{S_1}{S_2} v_1$ ii) v_2 = 1,15 m/s

4) Tre cariche puntiformi $+Q$, $-Q$ e $-3Q$, con Q = 3.4 μC sono poste nei vertici di un triangolo rettangolo di lato L = 12 cm, come illustrato in figura. Si calcoli:



a) il valore del potenziale elettrostatico V_a, V_b e V_c nei *punti medi* dei tre lati, indicati in figura con le lettere a, b, e c.

i) $V_a = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} 2\sqrt{3}\frac{Q}{L}$ ii) V_a = – 0,883 MV

i) $V_b = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{L}\left(2-6-\frac{2\sqrt{3}}{3}\right)$ ii) V_b = – 1,31 MV

i) $V_c = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{L}\left(-2-6+\frac{2\sqrt{3}}{3}\right)$ ii) V_c = – 1,74 MV

b) il vettore campo elettrico $\boldsymbol{E_a}$ nel punto medio del lato superiore del triangolo, indicato in figura con la lettera a.

i) $\boldsymbol{E_a} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{4Q}{L^2}\left[2\hat{i}+\hat{j}\right]$ ii) $\boldsymbol{E_a} = -8{,}49 \cdot 10^6 \frac{V}{m}\left[2\hat{i}+\hat{j}\right]$

B

UNIVERSITÀ DI TRIESTE
Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Biologiche
A.A. 2017/2018 – Corso di Fisica
Prova Scritta – Sessione Invernale - II Appello - 16.02.2018

NOTA: si riportano qui solo i risultati numerici, che differiscono dalla soluzione precedente

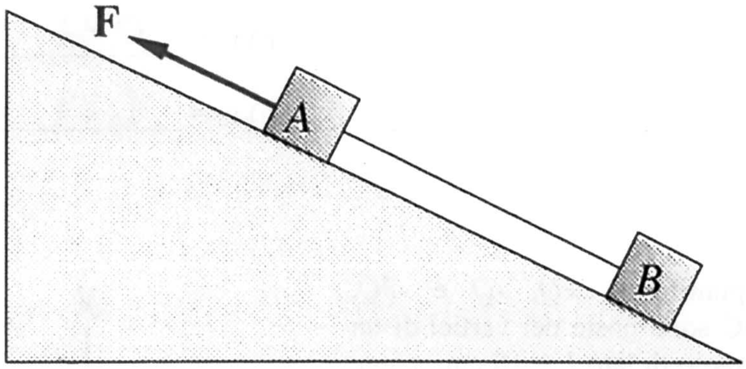
Cognome ....**Nome** ....

Istruzioni: I problemi vanno svolti per esteso nei fogli protocollo. Successivamente, per ciascuna domanda, si richiede si riportare negli appositi spazi su questo foglio:

i) (ove possibile) la grandezza incognita richiesta espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date, e

ii) il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e le unità di misura appropriate

1) Due blocchi A e B, di masse rispettivamente m_A = 5.2 kg e m_B = 3.1 kg, collegati da un filo, possono scorrere su un piano liscio, inclinato di θ = 32° rispetto all'orizzontale. Al blocco A viene applicata una forza **F**, diretta come in figura, di modulo F = 120 N.



Calcolare:

a) Il modulo a dell'accelerazione che caratterizza il moto del sistema:

i) a = ______________ ii) a = 9,3 m/s²

b) Il modulo T della tensione del filo:

i) T = ______________ ii) T = 44,8 N

2) Una tazza di alluminio di massa m_1 = 150 g isolata termicamente a T_1 = 20 °C viene riempita con m_2 = 120 g d'acqua a T_2 = 60 °C. Dopo qualche minuto viene raggiunto l'equilibrio termico. Ricordando che il calore specifico dell'alluminio vale C = 0.90 J/(g °C), determinare:

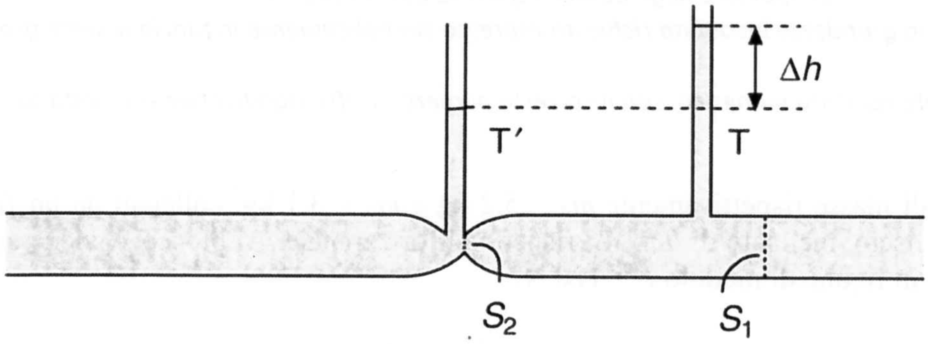
a) la temperatura T_e all'equilibrio termico

i) T_e = ______________ ii) T_e = 51,5 °C = 324,7 K

b) la variazione totale di entropia ΔS:

i) ΔS = ______________ ii) ΔS = 0,849 J/K

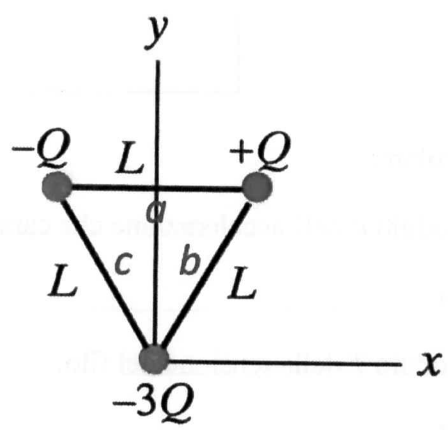
3) In una condotta orizzontale fluisce acqua in regime di moto stazionario. La velocità del flusso vale v_1 dove il tubo ha sezione S_1, e v_2 in presenza di un restringimento della sezione $S_2 = S_1/4$ (vedi figura). Sulla condotta orizzontale sono innestati due tubi piezometrici, T e T'. Il livello dell'acqua nel tubo T', posto in corrispondenza del restringimento, raggiunge un'altezza inferiore di $\Delta h = 8.0$ cm all'altezza che raggiunge nel tubo T, posto lontano dal restringimento. Assimilando l'acqua ad un fluido ideale, determinare le velocità v_1 e v_2:



i) v_1 = ____________ ii) v_1 = 0,32 m/s

i) v_2 = ____________ ii) v_2 = 1,29 m/s

4) Tre cariche puntiformi $+Q$, $-Q$ e $-3Q$, con $Q = 2.8$ μC sono poste nei vertici di un triangolo rettangolo di lato $L = 10$ cm, come illustrato in figura. Si calcoli:



a) il valore del potenziale elettrostatico V_a, V_b e V_c nei *punti medi* dei tre lati, indicati in figura con le lettere a, b, e c.

i) V_a = ____________ ii) V_a = −0,872 MV

i) V_b = ____________ ii) V_b = −1,30 MV

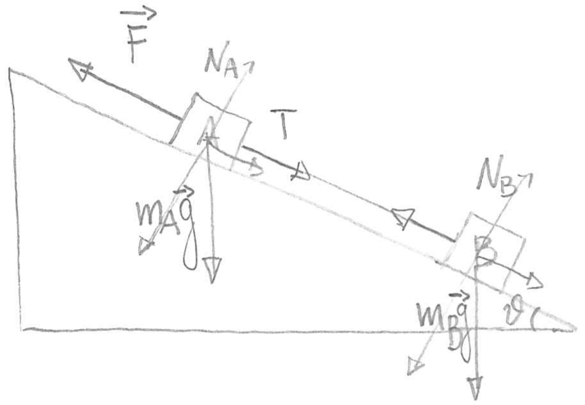
i) V_c = ____________ ii) V_c = −1,72 MV

b) il vettore campo elettrico $\boldsymbol{E_a}$ nel *punto medio* del lato superiore del triangolo, indicato in figura con la lettera a.

i) $\boldsymbol{E_a}$ = ____________ ii) $\boldsymbol{E_a}$ = $-1{,}01 \cdot 10^7 \ \frac{V}{m} \left[2\hat{i} + \hat{j}\right]$

FISICA - II Appello Sessione Invernale (16/02/18) - Soluzione

1



$m_A = 3{,}2 \text{ kg}$

$m_B = 2{,}1 \text{ kg}$

$\vartheta = 35°$

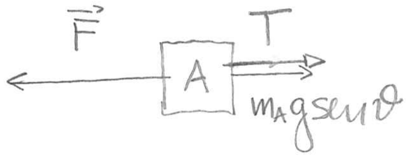
$F = 90 \text{ N}$

(DATI COMPITO A)

Le forze peso $m_A\vec{g}$ ed $m_B\vec{g}$ possono essere scomposte nelle componenti normali e parallele al piano inclinato, di modulo rispettivamente $m_{\substack{A\\B}}\, g\cos\vartheta$ e $m_{\substack{A\\B}}\, g\,\text{sen}\,\vartheta$.
Le componenti normali vengono equilibrate da N_A e N_B.
Considériamo pertanto le sole componenti parallele, agenti

Applico la II legge

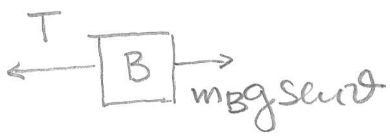
su m_A



(A) $m_A a = F - T - m_A g\,\text{sen}\,\vartheta$

a è la stessa x tutto il sistema

su m_B



(B) $m_B a = T - m_B g\,\text{sen}\,\vartheta$

Sommando membro a membro le due equazioni qui sopra si ottiene:

(A+B) $$m_A a + m_B a = F - m_A g\,\text{sen}\,\vartheta - m_B g\,\text{sen}\,\vartheta$$

$$(m_A + m_B)\,a = F - (m_A + m_B)\,g\,\text{sen}\,\vartheta$$

che rappresenta la II legge applicata all'intero sistema (infatti T non vi compare in quanto è <u>interna</u> al sistema).

a) L'accelerazione a si ricava da questa ultima equazione:

$$a = \frac{F}{m_A + m_B} - g\,\text{sen}\,\vartheta$$

$$= \frac{90\text{ N}}{(3{,}2+2{,}1)\text{ kg}} - 9{,}8\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\,\text{sen}(35°) = 11{,}36\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

b) La Tensione T può essere ottenuta indifferentemente da A o B, sostituendo l'espressione trovata per a.
Ad esempio, sostituendo in B :

$$m_B a = T - m_B g \operatorname{sen}\vartheta$$

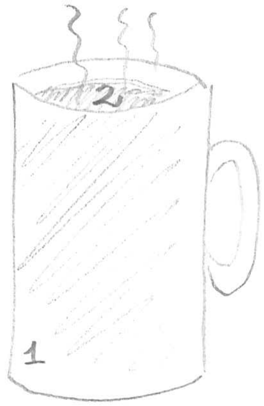
$$m_B \left(\frac{F}{m_A + m_B} - g \operatorname{sen}\vartheta \right) = T - m_B g \operatorname{sen}\vartheta$$

$$\frac{m_B}{m_A + m_B} F \cancel{- m_B g \operatorname{sen}\vartheta} = T \cancel{- m_B g \operatorname{sen}\vartheta}$$

$$T = \frac{m_B}{m_A + m_B} F = \frac{2{,}1 \cancel{\text{kg}}}{(3{,}2 + 2{,}1)\cancel{\text{kg}}} \cdot 90\ N = 35{,}7\ N$$

Si noti che T non dipende dall'angolo ϑ

(2)



Al: $m_1 = 150\ g$

$T_1 = 20°C = 293{,}15\ K$

$C = 0{,}90\ \frac{J}{g\,°C}$

H_2O $m_2 = 120\ g$

$T_2 = 60\ °C = 333{,}15\ K$

$C_{H_2O} = 1{,}0\ \frac{cal}{g\,°C} = 4{,}184\ \frac{J}{g\,°C}$

(DATI COMPITO B)

a) $T_e = ?$

La temperatura T_e si ottiene imponendo che il calore Q acquisito dall'Al sia uguale a quello ceduto da H_2O:

$$m_1 C (T_e - T_1) = - m_2 C_{H_2O} (T_e - T_2)$$

$$T_e (m_1 C + m_2 C_{H_2O}) = m_1 C T_1 + m_2 C_{H_2O} T_2$$

$$T_e = \frac{m_1 C T_1 + m_2 C_{H_2O} T_2}{m_1 C + m_2 C_{H_2O}}$$

$$= \frac{150\cancel{g} \cdot 0{,}90 \frac{J}{\cancel{g\,°C}} \cdot 20\cancel{°C} + 120\cancel{g} \cdot 4{,}184 \frac{J}{\cancel{g\,°C}} \cdot 60\cancel{°C}}{150\ \cancel{g} \cdot 0{,}90 \frac{J}{\cancel{g}\,°C} + 120\cancel{g} \cdot 4{,}184 \frac{J}{\cancel{g}\,°C}}$$

$$= 51{,}5\ °C = 324{,}67\ K$$

(esprimendo T_1 e T_2 in K si sarebbe ottenuto T_e in K)

b) Si ha $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2$.

Si noti che <u>non</u> è $\Delta S_{1} = \frac{Q}{T_{1}}$, poiché il calore Q <u>non</u> viene scambiato tutto alla temperatura T_1 (o T_2), ma ad una temperatura che varia dalla T iniziale a T_e.

Si ha invece

$$\Delta S_1 = \int_{T_1}^{T_e} \frac{dQ}{T}\Big)_{rev} = \int_{T_1}^{T_e} \frac{m_1 C\, dT}{T} = m_1 C \int_{T_1}^{T_e} \frac{dT}{T} = m_1 C \ln\left(\frac{T_e}{T_1}\right)$$

si noti che ΔS_1 è positivo, poiché $T_e > T_1$

Analogamente

$$\Delta S_2 = \int_{T_2}^{T_e} \frac{dQ}{T}\Big|_{rev} = + m_2 c_{H_2O} \int_{T_2}^{T_e} \frac{dT}{T} = + m_2 c_{H_2O} \ln\left(\frac{T_e}{T_2}\right)$$

si noti che ΔS_2 è negativo, poiché $T_e < T_2$.

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2$$

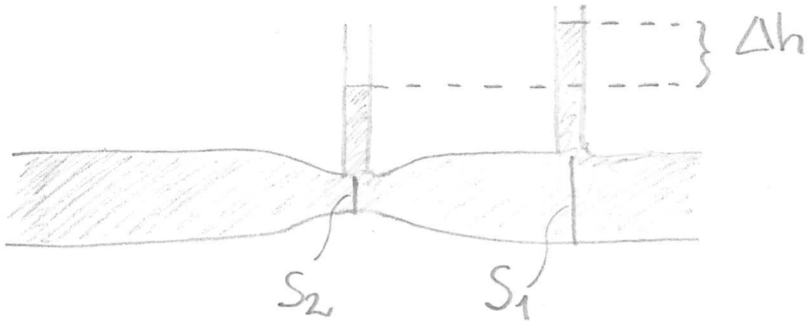
$$= m_1 c \ln\left(\frac{T_e}{T_1}\right) + m_2 c_{H_2O} \ln\left(\frac{T_e}{T_2}\right)$$

$$= 150\,g\ 0{,}90\ \frac{J}{gK} \ln\left(\frac{324{,}67}{293{,}15}\right) + 120\,g \cdot 4{,}184\ \frac{J}{gK} \ln\left(\frac{324{,}67}{333{,}15}\right)$$

$$= 13{,}79\ \frac{J}{K} - 12{,}95\ \frac{J}{K} = 0{,}849\ J/K$$

Si noti che il corretto valore di ΔS si trova solo se le temperature sono espresse in K.

③



(DATI COMPITO A)

$S_2 = S_1/3$ ovvero $\frac{S_1}{S_2} = 3$

$\Delta h = 6{,}0$ cm

Applicando Bernoulli alla condotta orizzontale

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

Inoltre la differenza di livello nei tubi piezometrici implica:

$$p_1 - p_2 = \rho g \Delta h$$

Combinando queste due equazioni

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\cancel{\rho}(v_2^2 - v_1^2) = \cancel{\rho} g \Delta h$$

$$v_2^2 - v_1^2 = 2g\Delta h$$

Poiché inoltre per il principio di continuità $v_1 S_1 = v_2 S_2$

$$v_2 = v_1 \frac{S_1}{S_2}$$

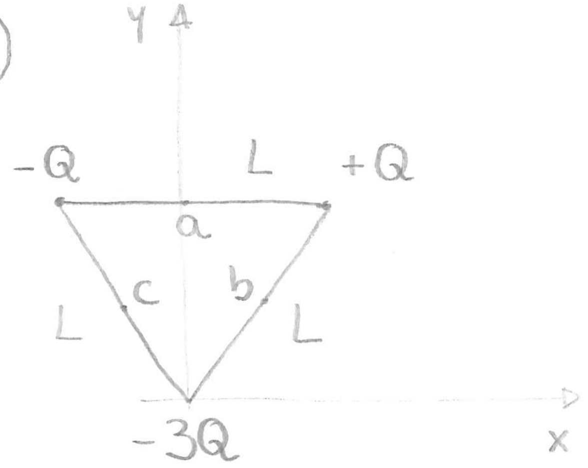
Quindi:

$$v_1^2\left[\left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2 - 1\right] = 2g\Delta h$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2g\Delta h}{\left(\frac{S_1}{S_2}\right)^2 - 1}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}060}{3^2 - 1}\frac{m^2}{s^2}} = 0{,}38\ \frac{m}{s}$$

Ed infine $v_2 = 3v_1 = 1{,}15$ m/s

4



Triangolo equilatero.
Lato L,
altezza $\sqrt{L^2-\left(\frac{L}{2}\right)^2} = \sqrt{\frac{3}{4}L^2} = L\frac{\sqrt{3}}{2}$

$L = 10$ cm
$Q = 2{,}8\ \mu C$

(dati COMPITO B)

a) Il valore del potenziale in un punto si trova considerando il contributo di ciascuna carica puntiforme q posta a distanza r dal punto $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$

Per V_a, i contributi di $+Q$ e $-Q$ poste ad ugual distanza da a, si cancellano; resta:

$$V_a = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{-3Q}{\frac{L\sqrt{3}}{2}} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2Q\sqrt{3}}{L} = -8{,}72\cdot 10^5\ V$$

Per V_b e V_c bisogna considerare il contributo di tutte e 3 le cariche:

$$V_b = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{Q}{L/2} - \frac{3Q}{L/2} - \frac{Q}{L\sqrt{3}/2}\right] = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{L}\left[2Q-6Q-\frac{2\sqrt{3}}{3}Q\right]$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{L}\left(2-6-\frac{2\sqrt{3}}{3}\right) = -1{,}30\cdot 10^6\ V$$

$$V_c = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{L}\left(-2-6+\frac{2\sqrt{3}}{3}\right) = -1{,}72\cdot 10^6\ V$$

b) I contributi al campo elettrico in a da parte di Q e $-Q$ <u>NON</u> si elidono, ma si sommano. C'è inoltre il contributo della carica $-3Q$

$$\vec{E}_a = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{-3Q}{\left(\frac{L\sqrt{3}}{2}\right)^2}\hat{j} + \frac{-Q}{\left(L/2\right)^2}\hat{i} - \frac{Q}{\left(L/2\right)^2}\hat{i}\right]$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[-\frac{4Q}{L^2}\hat{j} - \frac{8Q}{L^2}\hat{i}\right] = -\frac{4}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{L^2}\left[2\hat{i}+\hat{j}\right]$$

$$= -8{,}49\cdot 10^6\ \frac{V}{m}\left[2\hat{i}+\hat{j}\right]$$