

## Corso di Laurea Ing. EA – ESERCIZI DI FISICA GENERALE – nr. 7

1. Un protone (massa  $m_p$ , carica elettrica  $q_p$ ) si muove liberamente con una velocità  $v_0$  e quindi entra in una regione in cui è presente un campo elettrico costante ed uniforme orientato in modo tale da rallentarlo.

a) Quale differenza di potenziale  $V$  (in modulo) occorre per arrestare il protone?

$V = \dots\dots\dots ((m_p/2) v_0^2)/q_p$  [dalla conservazione dell'energia, essendo il lavoro delle forze elettriche  $L_E = -q_p V = \Delta E_K = - (m_p/2) v_0^2$  ]

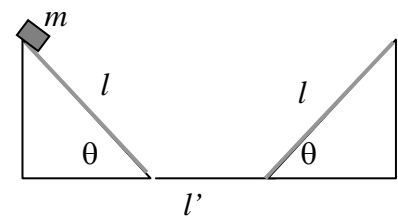
b) Quanto vale il lavoro  $L_E$  che le forze elettriche compiono per fermare il protone? (indicate anche il segno!)

$L_E = \dots\dots\dots -q_p V$  [il segno negativo è perché la forza elettrica, dovendo rallentare il protone, ha verso opposto allo spostamento]

c) Sapendo che il protone si arresta dopo aver percorso una distanza  $d$ , quanto vale il modulo del campo elettrico  $E$  responsabile del rallentamento?

$E = \dots\dots\dots |L / (q_p d)| = V/d$

2. Un corpo di massa  $m = 100$  g è in grado di strisciare senza rotolare all'interno della guida di cui una sezione è mostrata in figura; essa è costituita da due piani inclinati "affrontati", con angolo  $\theta = 45^\circ$  e lunghezza  $l = 14.4$  cm, uniti da un tratto orizzontale di lunghezza  $l' = 10.0$  cm. La superficie dei due piani inclinati è scabra, con coefficiente di attrito dinamico  $\mu_D = 0.072$ , mentre il tratto orizzontale è liscio, cioè ha attrito trascurabile.



a) Quanto vale il lavoro  $L_P$  che la forza peso compie per far scendere il corpo lungo un piano inclinato (partendo dalla sua sommità, cioè come in figura)? (usate il valore  $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup> ed indicate anche il segno del lavoro)

$L_P = \dots\dots\dots = \dots\dots$  J  $mg l \sin \theta = 0.10$  J

b) Quanto vale **in modulo** la forza di attrito dinamico  $F_A$  che agisce sul corpo durante la discesa per il piano inclinato?

$F_A = \dots\dots\dots = \dots\dots$  N  $mg \mu_D \cos \theta = 0.050$  N

c) Quanto vale il lavoro  $L_A$  che le forze di attrito dinamico compiono durante la discesa del piano inclinato da parte del corpo  $m$ ? (esprimete anche il segno)

$L_A = \dots\dots\dots = \dots\dots$  J  $-mg l \mu_D \cos \theta = -0.0072$  J

d) Come si scrive il bilancio dell'energia meccanica che descrive il processo di discesa lungo il piano inclinato?

$\dots\dots\dots \Delta E_K = L_A + L_P$  dove  $\Delta E_K = (m/2)v^2$   
 indica la variazione di energia cinetica del corpo

e) Supponendo di lasciare andare da fermo il corpo lungo il piano inclinato dalla posizione iniziale considerata (la sommità di un piano inclinato), quanto vale la sua velocità  $v$  alla base del piano?

$v = \dots\dots\dots = \dots\dots$  m/s  $(2\Delta E_K / m)^{1/2} = 1.4$  m/s

f) Una volta giunto alla base del piano inclinato, il corpo prosegue il suo movimento lungo il tratto orizzontale e quindi sale lungo l'altro piano inclinato; quanto vale la distanza  $d$  percorsa sul piano inclinato prima di arrestarsi?

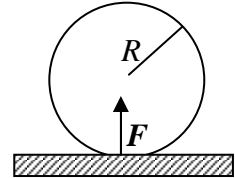
$$d = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m} \qquad v^2/(2g(\sin\theta + \mu_D \cos\theta)) = 1.2 \times 10^{-1} \text{ m}$$

- g) Stando ai dati del problema, dopo essersi arrestato il corpo cosa fa?  
 rimane fermo                              torna indietro                              non si può dire

*Spiegazione sintetica della risposta:* .....

**Nel problema si suppone di non avere a che fare con un attrito statico, che potrebbe far arrestare definitivamente il corpo se il suo coefficiente fosse  $\mu_S > \mu_D$ .**

3. Un cilindro di raggio  $R$ , inizialmente fermo, all'istante  $t = 0$  viene messo in rotazione attorno al suo asse, con **un'accelerazione angolare  $\alpha$  costante nel tempo.**



- a) Come si scrivono le leggi orarie della velocità angolare  $\omega(t)$ , dello spostamento angolare  $\theta(t)$ , della velocità lineare  $v(t)$  e dello spostamento  $s(t)$  di un punto che appartiene alla sua superficie laterale?

$\omega(t) = \dots\dots\dots \alpha t$

$\theta(t) = \dots\dots\dots (\alpha/2)t^2$                       [come lo spostamento lineare per il moto uniformemente accelerato – si è fatta la scelta di porre  $\theta = 0$  per  $t = 0$ ]

$v(t) = \dots\dots\dots \alpha R t$

$s(t) = \dots\dots\dots (\alpha/2)R t^2$

- b) Supponete che un piano scabro, con coefficiente di attrito dinamico  $\mu_D$ , sia posto a contatto con il cilindro. Il piano è schiacciato contro la superficie del cilindro da una forza  $F$  diretta come in figura (ed il sistema è in equilibrio, cioè il cilindro non si sposta, ma, ovviamente, ruota!). Quanto vale, in modulo, la forza di attrito  $F_A$  che si esercita sulla linea di contatto tra cilindro e piano?

$F_A = \dots\dots\dots F \mu_D$  [  $F$  è anche il modulo della “reazione vincolare” esercitata dal piano sul cilindro! ]

- c) Quanto vale, in modulo, la potenza  $W(t)$  associata al lavoro della forza d'attrito  $F_A$  ?

$W(t) = \dots\dots\dots F_A v(t) = F \mu_D \alpha R t$                       [notate che la forza di attrito è antiparallela rispetto alla velocità con cui la superficie del cilindro striscia sul piano, per cui il segno sarebbe negativo]

4. Un corpo si muove in un **campo di forze** unidimensionali con espressione  $F(x) = Ax^2$ , con  $A$  costante debitamente dimensionata, ed  $x$  coordinata del corpo stesso. Per come è scritto, tale campo produce una forza che è sempre diretta nel verso positivo delle  $X$ .

- a) Che segno ha il lavoro prodotto da questo campo di forze se lo spostamento avviene nel verso positivo dell'asse  $X$ ?

Positivo                              Negativo

- b) E, invece, che segno ha se lo spostamento avviene nel verso negativo?

Positivo                              Negativo

- c) E se il corpo si sposta partendo dall'origine fino ad una data coordinata  $x'$ , e poi da qui ritorna all'origine (compiendo un'orbita **unidimensionale chiusa**), il lavoro complessivo è, ragionevolmente:

Nulla                              Non nulla

- d) Potete concludere qualcosa sul carattere conservativo del campo di forze considerato?  
Commentate: ..... **il campo di forze è conservativo perché il lavoro complessivo su un'orbita chiusa è zero**