**PROPRIETA’ DELL’ATTRITO**

In classe abbiamo discusso dell’**attrito radente:** per prima cosa abbiamo cercato di comprendere da quali grandezze dipendeva.

Per quanto riguarda l’attrito dinamico (FD): esso si applica su di un corpo appoggiato su di una superficie che scorre su di essa. Di conseguenza, FD può dipendere da almeno tre fattori: **l’area di appoggio**, la **velocità con cui il corpo scorre sulla superficie di appoggio** e la **forza con cui il corpo preme sulla superficie (F⊥)**.

**Relazione fra FD, Fs,max e F⊥**

Abbiamo detto che l’**attrito dinamico** dipende quasi esclusivamente dalla forza premente mentre dipende molto poco dall’area di appoggio e dalla velocità di scorrimento. In classe ci siamo posti una domanda: qual è la relazione che lega FD a F⊥? Con alcuni esperimenti abbiamo visto che, con buona precisione, si ha:

**FD α F⊥ (1a)**

**FD = μD⋅F⊥ (1b)**

con D la costante di proporzionalità fra FD e F⊥ (definizione geometrica). Il valore di D dipende solo dalle due superfici a contatto: una Tabella con i valori di D per le varie coppie di superfici a contatto è presente negli appunti “FORZE DI ATTRITO”.

Stessa cosa per l’**attrito statico**: esso praticamente dipende solo dalla forza premente mentre cambia moto poco al cambiare della superficie di contatto. Anche per Fs,max vale la legge di proporzionalità:

**Fs,max α F⊥  (2a)**

**Fs,max = μs⋅F****⊥ (2b)**

con μs la costante di proporzionalità fra Fs,max e F⊥ (definizione geometrica). Così come per μD, anche il valore di μs dipende solo dalle due superfici a contatto: una Tabella con i valori di μs per le varie coppie di superfici a contatto è presente negli appunti “FORZE DI ATTRITO”.

**PROBLEMI CON L’ATTRITO DINAMICO**

1. La scatola trascinata: una scatola di dimensioni 0,18mx24cmx12mm possiede un peso specifico Ps=36N/dm3. Essa viene fatta scorrere su di una superficie con velocità costante V0: la superficie le applica un attrito dinamico FD=2,3N. Trova il valore del coefficiente μD. **[μD=0,123 = 12,3%]**
2. Rispondi a questa domanda: di’ a parole tue cosa significa che “μD=12,3%”



1. La scatola premuta: sulla scatola del Problema2 premi dall’alto con una forza di valore Fa = 20N (vedi figura1). Come cambia il valore di FD? **[FD=4,755N]**
2. Quel cono del soprammobile: Un soprammobile a forma di cono, di raggio R=5cm, altezza=70mm e densità δ=2,4kg/dm3 viene fatto scorrere su di un tavolo: la forza di attrito dinamico è FD=0,9N. Un secondo soprammobile composto dello stesso materiale del primo ma di volume 0,7 litri viene spinto sullo stesso tavolo. Quanta forza di attrito dinamico riceve?

**Figura 1**

**[hint: per il volume del cono guarda su internet! ; FD=3,44N]**



1. La molla trascinante: Io voglio trascinare il secondo soprammobile di cui sopra con una molla. **Adesso sul soprammobile agiscono due forze: l’attrito dinamico FD=3,44N calcolato nel problema precedente e la forza della molla (vedi Figura2A**).

La costante di elasticità della molla è K=2,0N/cm. Trascino il soprammobile allungando la molla di 2,3cm: cosa fa il soprammobile? Accelera, decelera o si muove con velocità costante? **[accelera]** Qual è il valore della forza che lo accelera? Metti il (+) nel verso del movimento.

**Ftot = -1,16Nx]**

Adesso trascini il solito soprammobile con la solita molla che viene allungata di un tratto ΔL. Quale di questi due allungamenti fa sì che il soprammobile deceleri? ΔL = 1,0cm o ΔL = 2,0cm? **[ΔL=1,0cm].** Qual è il valore della forza che lo decelera se ΔL=1,0cm? Metti il (+) nel verso del movimento. **[Ftot = +1,44Nx]**

**Figura 2**

E quanto deve allungarsi la molla affinché essa trascini il soprammobile con velocità costante? **[ΔL=1,72cm]**. Attento! I valori dati nelle soluzioni per **Ftot** sono sprecisi anche se i numeri sono giusti. Perché? **[Perché il numero di cifre con cui sono scritti…]**

**SOLUZIONI**

1. μD=FD/F⊥. Nel nostro caso F⊥=Peso. Sappiamo che Peso=Ps⋅Volume. Calcola il Volume, poi il Peso ed infine μD.
2. Significa che FD risulta uguale al 12,3% della forza premente
3. Adesso le forze che premono sul piano sono due: il peso P e la forza Fa, cosicché la forza che complessivamente preme sul piano è F⊥= P+Fa.

Il peso P lo trovi dai dati del Problema2: P=18,66N → F⊥ = 18,66N + 20N = 38,66N

FD = 0,123⋅F⊥ = 4,755N

 Alternativamente, posso usare la proporzione usando i dati del problema 2):

18,66N : 2,3: = 38,66N : FD → FD = 4,755N

1. Devo trovare il coef. μD conoscendo il peso del cono (Pc). Pc = Massa(kg)⋅9,8N/kg ;

Massa = Volume⋅Densità. Volume = 0,1832dm3 → Massa=0,1832dm3⋅2,4kg/dm3=0,440kg → Pc=0,440kg⋅9,8N/kg = 4,312N.

A questo punto calcolo μD=FD/F⊥=0,9N/4,312N = 0,209.

Il secondo soprammobile possiede un volume di 0,7 litri = 0,7dm3 → Massa=1,68Kg → Peso=16,464N → FD=0,209⋅16,464N = 3,44N

 Altrimenti, posso usare le proporzioni: 4,312N : 0,9N = 16,464N : X → X=3,44N

1. La regola per sapere se un oggetto è accelerato o decelerato è semplicissima:
* **Se la forza accelerante > forza decelerante allora l’oggetto accelera.**
* **Se la forza accelerante < forza decelerante allora l’oggetto decelera.**
* **Se la forza accelerante = forza decelerante allora l’oggetto non accelera né decelera ma si muove a velocità costante.**

Detto questo, guarda la Figura2. Nota che:

* Fmolla è diretta secondo il verso del movimento → Fm accelera
* FD è opposta al movimento → FD decelera.

Perciò la regola dell’accelerazione/decelerazione in questo caso si riduce a questo semplice confronto:

* Se Fmolla (accelerante) > FD (decelerante) allora il soprammobile accelera
* Se Fmolla (accelerante) < FD (decelerante) allora il soprammobile decelera
* Se Fmolla (accelerante) = FD (decelerante) allora il soprammobile non accelera né decelera ma si muove a velocità costante.

Detto tutto questo, per risolvere i problemi basta fare dei semplici calcoli e dei facilissimi confronti! Sappiamo che FD=3,44N (in modulo); dobbiamo calcolare Fmolla. L’equazione della forza di una molla è Fmolla = K⋅ΔL.

Se ΔL = 2,3cm → Fmolla = K∙ΔL = (2,0N/cm)∙(2,3cm) = 4,6N → **Fmolla > FD → il soprammobile accelera (Figura2B).**

Mettiamo questo ragionamento in calcoli matematici:

Ftot = Fmolla + FD = +4,6N + (-3,44)N = +1,16N$\hat{x}$

Ftot è diretta nel verso del movimento (+) e perciò il soprammobile accelera.

Calcoliamo Fmolla per ΔL = 1,0cm e ΔL =2,0cm.

ΔL = 1,0cm → Fmolla = 2,0N : **Fmolla < FD → il soprammobile decelera.**

ΔL = 2,0cm → Fmolla = 4,0N : **Fmolla > FD → il soprammobile accelera.**

Poiché voglio che esso deceleri devo scegliere ΔL=1,0cm (Figura2C).

Calcolo Ftot quando ΔL=1,0cm:

Ftot = Fmolla + FD = 2,0N + (-3,44N) = -1,44N$\hat{x}$

Affinché il soprammobile si muova a velocità costante la forza accelerante deve pareggiare quella rallentante → FD = Fmolla → Fmolla = 3,44N (Figura2D).

Per calcolare ΔL so la formula inversa:

ΔL = Fmolla/K → ΔL = 3,44N/(2,0N/cm) = 1,72cm

E cosa c’è sbagliato nei risultati scritti? Guarda le cifre significative…. Tutti i dati sono scritti con 2 cifre mentre i risultati di Ftot hanno 3 cifre! Non va bene: essi devono essere scritti con solo 2 cifre.