

Esperimento di misura del coefficiente di attrito statico - piano orizzontale

Lorenzo Mauro Sabatino*

Sommario

Gli obiettivi dell'esperienza sono:

- la verifica della legge di attrito statico
- trovare il coefficiente di attrito statico tra due superfici

Introduzione

1.1 La legge e il suo significato

Partiamo tentando di capire bene cosa vogliamo fare. Vogliamo verificare la legge dell'attrito statico. Cosa ci dice tale legge? Ci dice:

$$\vec{F}_a = \mu_s \vec{N} \quad (1)$$

Ma cosa significa? È molto più semplice di quello che sembra!

Ci sta dicendo che la forza di attrito, banalmente, aumenta all'aumentare della forza normale. Ma in che maniera aumenta? Lo fa in modo **lineare**. Se N cresce, anche F_a cresce. La relazione tra le due grandezze è regolata da μ_s (che qui ha il ruolo di coefficiente di proporzionalità).

*Email: lorenzo.sabatino@collegifacec.it
Pagina web: <https://lorenzosabatino03.github.io/lab-fisica/>

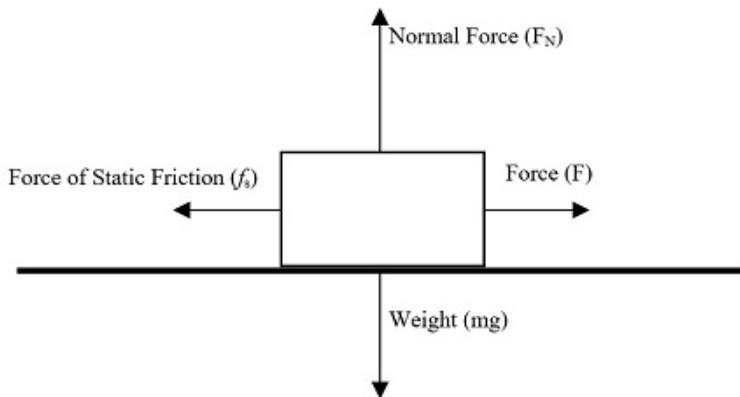


Figura 1: Diagramma delle forze su piano orizzontale

1.2 A cosa serve tutto ciò?

Benissimo, ma se abbiamo già la legge, cosa frega a noi di verificare che sia corretta? Ci interessa perché questo è il primo passo per capire che esperimenti fatti in laboratorio ci aiutano a comprendere come funziona il mondo là fuori...

In laboratorio noi impariamo a creare dei **"modelli"** di fenomeni reali, semplificati e controllati, che ci consentono di dire: «Ok, ho capito quello che sta succedendo». Oppure: «Non ho capito proprio niente! Riprovo a pensarci su...».

Questo è il primo passo per poter **scoprire** delle nuove relazioni tra grandezze fisiche!

1.3 Da dove comincio?

Ora, ripartiamo dagli obiettivi dell'esperimento. Vogliamo **verificare** la legge 1 trovando il coefficiente di attrito statico. Per prima cosa osserviamo le **quantità** che abbiamo a disposizione: F_a , N, μ_s .

Poniamoci le seguenti domande:

1. Quali quantità posso direttamente misurare?
2. Quali quantità non posso direttamente misurare con gli strumenti che ho in laboratorio?

Risposta 1:

Risposta 2:

Stupendo! Ora dobbiamo capire cosa si intende per "verificare" una legge. Nulla di complicato. In questo caso ci basta osservare se le quantità che misuriamo sono legate da una relazione lineare. In altri casi potremmo avere una proporzionalità inversa o quadratica.

Riassumendo:

- Abbiamo osservato la legge da verificare chiedendoci qual è il suo significato
- Abbiamo identificato le grandezze che compaiono in tale legge, specialmente quelle che noi possiamo misurare con gli strumenti a disposizione in laboratorio

Ora non ci resta che iniziare il nostro esperimento.

Procedimento

2.1 Andiamo con ordine

Ha senso buttarsi subito a fare misure in modo caotico? Certo che no. Per lavorare in laboratorio bisogna avere un metodo, cioè bisogna avere ben in mente gli step da fare e poi procedere in maniera ordinata e chiara

Abbiamo detto che l'obiettivo del mio esperimento è
quindi avrà senso fare una serie di misure utili che mi permetteranno di vedere come si **comportano i dati** che sto raccogliendo e di ricavare quanto vale il coefficiente che voglio tanto trovare.

È già stato stabilito che ci piacerebbe misurare la forza di attrito e la normale, d'altronde non abbiamo tanta scelta! Ecco cosa ci fornisce il nostro fantastico laboratorio per fare ciò: un portaoggetti, una serie di massette e un dinamometro.



Figura 2: Materiali

2.2 Dalla teoria all'esperimento

E quindi? Che me ne faccio?

Possiamo farci un'idea di quello che dobbiamo fare grazie alla **teoria**. Avete studiato che:

- quando io esercito una forza su un corpo appoggiato a una superficie in presenza di **attrito**, **non** è detto che esso si muoverà, perché l'attrito si oppone al moto agendo nella direzione opposta
- se però aumento l'intensità della mia forza, a un certo punto, vinco sulla forza di attrito (che ora è diventata la forza di attrito statico massima possibile) e il mio oggetto potrà finalmente muoversi
- benissimo, in questo momento esatto so che la mia forza e quella di attrito statico sono **esattamente uguali**

Ipotesi sperimentale:

Quando il corpo inizia a muoversi, la forza letta dal dinamometro è uguale alla forza di attrito statico massima.

Tra i miei strumenti ho proprio un dinamometro che mi permette di leggere la **forza che sto applicando** tirando l'oggetto (un portapesi) che ho a disposizione. Fantastico!

Ora come misuro la **forza normale**? Io so che sarà uguale alla forza peso del mio oggetto, quindi non mi resta che pesare il mio oggetto con una bilancia e convertire la massa in forza

2.3 Costruiamo un modello

Usiamo i nostri strumenti per ricostruire la situazione illustrata in figura 1, ovvero quella di un oggetto che è semplicemente appoggiato su una superficie e soggetto a una forza parallela a tale superficie. Così facendo realizziamo un "**modello**" in laboratorio della situazione che vogliamo studiare.

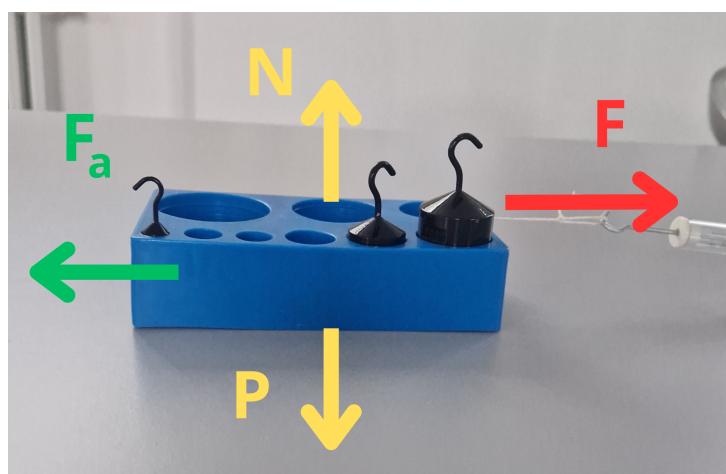


Figura 3: Schema delle forze e strumenti

2.4 Sviluppiamo meglio la legge

Sviluppiamo meglio la legge 1 che vogliamo verificare in modo da rendere più chiare le quantità che vogliamo misurare:

$$\vec{F}_a = \mu_s \vec{N} \Rightarrow \vec{F}_a = \mu_s m \vec{g} \quad (2)$$

2.5 Riassunto del procedimento

1. Pesa il portapesi con una bilancia. Converti il valore di massa in forza
2. Attacca il dinamometro a tale oggetto e tira in direzione parallela alla superficie di contatto, leggendo il valore di forza
3. Raccogli i dati in una tabella

Secondo te, ci basta fare questa misura? Sì No

Per fare una verifica di una legge per bene, avrà senso **ripetere** le misure più volte e tenere traccia dei dati raccolti.

Qualcuno chiederà: «Ok, ma tanto ripetendo le misure ottengo sempre la stessa cosa!». Sì, potrebbe accadere. È per questo motivo che un'indagine fatta così potrebbe non dirci molto. È molto più interessante verificare se la legge rimane valida se **cambio** il valore della massa dell'oggetto a contatto con la superficie.

Secondo te, se aumento la massa appoggiata sul piano, la forza necessaria per mettere in moto il corpo:

- aumenta
- diminuisce
- rimane uguale

Spiega brevemente il perché:

.....

.....

.....

2.6 Raccolta dei dati del procedimento completo

Durante l'esperimento esegui almeno **5 misure**, cambiando la massa appoggiata sul piano. Per ogni misura:

1. misura la massa del portapesi
2. calcola la forza normale
3. trascina con il dinamometro l'oggetto finché non si muove: misura la forza
4. ripeti aggiungendo nuove masse al portapesi

Tabella e analisi dati

Tabella dei dati sperimentali

| Prova | Massa (kg) | Forza normale N (N) | Forza di attrito F_a (N) |
|-------|------------|-----------------------|----------------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |

Bene, ora hai tutti i dati che ti servono. Perché? Perché finalmente hai in mano qualcosa di concreto che ti permetterà di verificare questa legge fisica. Mica roba da poco! E per il coefficiente di attrito statico? La teoria ci dice che

$$\mu_s = \frac{F_a}{mg} \quad (3)$$

Prova a calcolare il rapporto tra forza di attrito e normale (che per il piano orizzontale è uguale alla forza peso). Se hai fatto le cose per bene, cosa ti aspetti? **Secondo la teoria**, dovresti ottenere sempre (circa) lo stesso coefficiente di attrito (costante)!

Se ci pensi, questa cosa è estremamente importante. Significa che:

Preso un certo oggetto e scelta una certa superficie, la legge (1), non solo funziona per un valore particolare di forza peso (e di attrito), ma per qualsiasi valore che tu desideri!

Questo ci permette anche di verificare la legge. Se "butto" dentro dei valori di N e di F_a , data una certa superficie di contatto, i dati seguono una **dipendenza lineare** dove il coefficiente angolare (costante) è proprio

Inoltre, proprio perché si ottiene sempre lo stesso coefficiente di attrito statico, ciò identifica **univocamente** la superficie di contatto. Hai appena trovato un modo per conoscere di che materiale è fatta una certa superficie, sapendo come si comporta un altro materiale (noto) a contatto con essa!

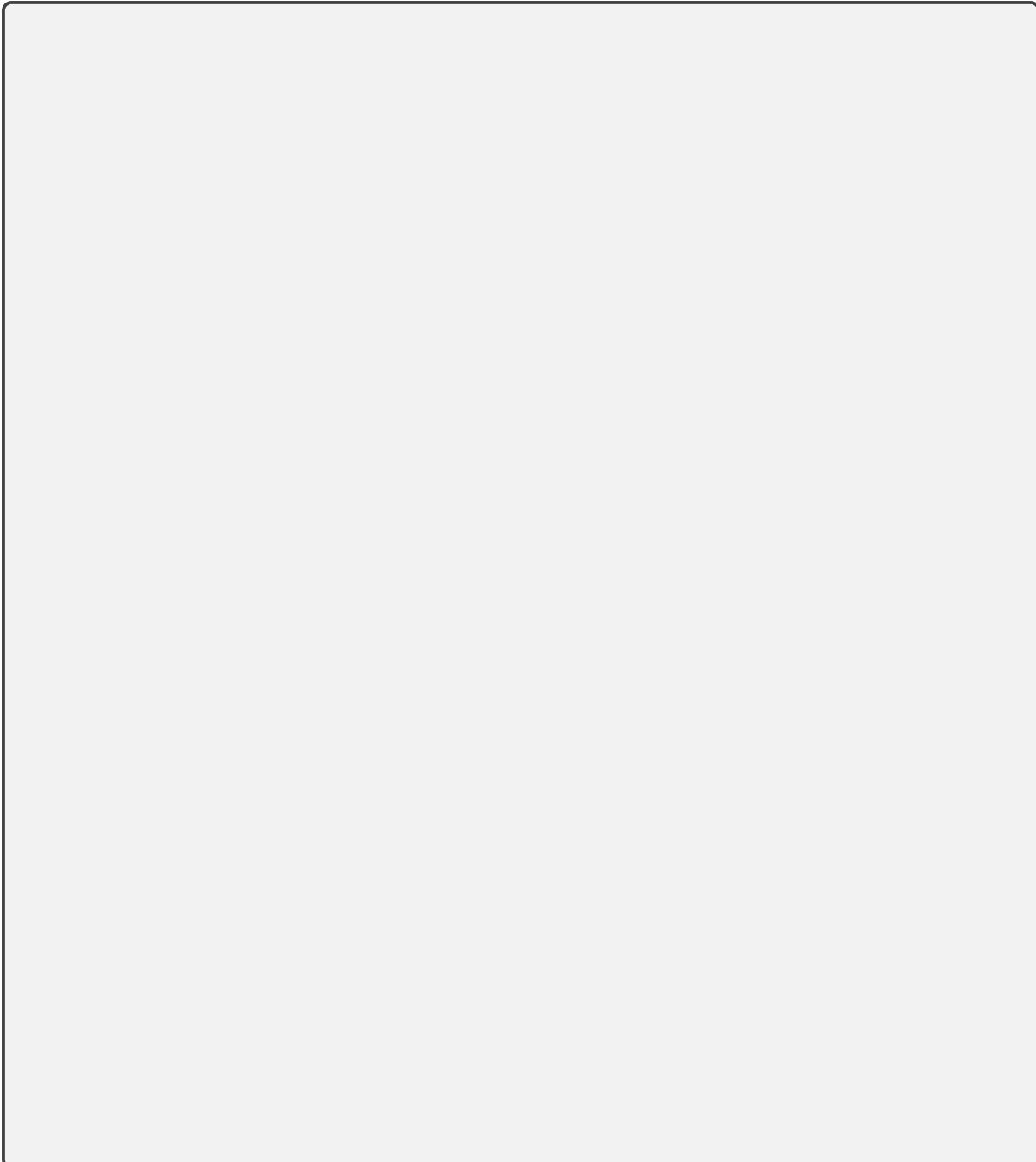
3.1 Rappresentazione grafica

Ora rappresenta su un grafico i dati raccolti.

- sull'asse orizzontale (x) metti la **forza normale N**
- sull'asse verticale (y) metti la **forza di attrito statico F_a**

Ogni punto del grafico rappresenta una misura.

Spazio per il grafico



3.2 Analisi dei risultati

Osserva il grafico che hai costruito e rispondi alle domande seguenti.

1. I punti sperimentali si dispongono approssimativamente su una retta?
 Sì No
2. La retta passa (circa) per l'origine?
 Sì No
3. Cosa ci dice questo risultato sulla relazione tra F_a e N ?
.....

Conclusioni

1. Se il grafico ottenuto è lineare, allora puoi affermare, per ora in maniera un po' approssimativa, che la legge è verificata. Perché?
.....
2. In merito al coefficiente di attrito statico, hai ottenuto tanti valori quante sono le coppie di dati raccolti (N e F_a). Come puoi riassumere in un unico dato coerente? Cosa puoi calcolare? Cosa ottieni?
.....
3. Cerca su internet il coefficiente di attrito statico tra le due superfici e confrontalo con il valore che hai ottenuto sperimentalmente
.....
4. Quali sono le principali fonti di errore dell'esperimento?
.....

Commenti finali

Benissimo! Esperimento concluso. Ricorda che lo **schema di ragionamento** di questa scheda è applicabile a qualsiasi altro esperimento che faremo in laboratorio. Parti dal chiederti cosa vuoi verificare, che quantità hai a disposizione, che strumenti hai e ricorda cosa dice la teoria. Lavora sempre "step by step" e in maniera ordinata. Questo ti facilita nel costruire un "modello" che ti permette di passare dalla teoria all'esperimento.

Buona fortuna con i prossimi esperimenti!