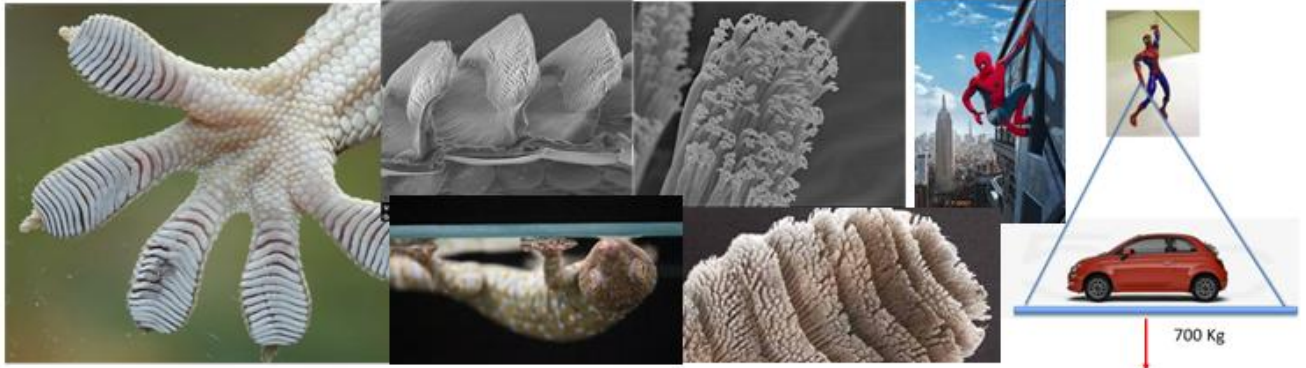




## Nanoattrito ed effetto Gecko



I materiali di NANOLAB, inclusa la presente scheda, sono proprietà degli autori di NANOLAB ([www.nanolab.unimore.it](http://www.nanolab.unimore.it)) e distribuiti con [licenza Creative Commons 3.0](#) Versione: 05/02/2018



L'attrito gioca un ruolo fondamentale nella vita quotidiana e nell'economia: circa un terzo del consumo delle attuali risorse energetiche mondiali è riconducibile a qualche forma di attrito. La tribologia è la scienza che studia l'attrito, la lubrificazione, l'usura e l'adesione tra superfici di contatto, così come i diversi fenomeni connessi quali ad esempio le fratture o la plasticità; per essa è perciò di fondamentale importanza ciò che accade all'interfaccia dei materiali.

La nanotribologia studia il comportamento dei sistemi tribologici alla nanoscala (dimensioni dell'ordine del nanometro) dove è il ruolo dominante delle forze atomiche/di superficie a determinare il comportamento finale del sistema; essa diventa perciò un ambito ideale ove indagare e comprendere le interazioni atomiche e molecolari. Vi faremo studiare le proprietà di un nastro biadesivo innovativo, che si ispira alla struttura delle zampe del gecko. Questo animale è lo scalatore più formidabile che esista, in grado di arrampicarsi lungo superfici specchio verticali o camminare a testa in giù sul soffitto sostenendo pesi che arrivano fino a 10 volte quello della sua massa corporea, come se un uomo di 70 Kg fosse appeso al soffitto con una mano e nell'altra reggesse una fiat 500: Spiderman!

**DISCLAIMER:** Gli esperimenti descritti nel seguente documento utilizzano materiali che vanno usati secondo le specifiche MSDS e le regole di sicurezza vigenti nelle scuole. Le indicazioni per la sicurezza personale devono essere seguite come indicato.



## SUPERFICI NANOSTRUTTURATE- Adesione su piano inclinato

### Scopo

- Prendere confidenza con il nastro biadesivo Gecko Tape® e testarne il comportamento tribologico su diversi materiali
- Misurare come varia la forza d'attrito statico tra un blocchetto (Al, MDF....) e la carta vetrata al variar della superficie di contatto.
- Misurare come varia la forza d'attrito statico tra i medesimi materiali blocchetto (Al, MDF....) e il Gecko Tape® al variare della superficie di contatto
- Avanzare ipotesi sul meccanismo di adesione del Gecko Tape®

Lo studio si articolerà in alcune fasi, per ognuna di esse sono previste **domande** numerate in progressione ed evidenziate in rosso, ad esse dovrete rispondere compilando la **“Scheda di comprensione dei fenomeni”** che il gruppo prepara con word copiando il modello in fondo al presente documento. Alla fine del lavoro dovrete consegnare il file della scheda compilata. I componenti del gruppo possono confrontarsi tra loro, cercare materiali sulle dispense fornite, su testi, su internet ed, eventualmente, porre domande al docente tutor. La scheda sarà uno dei materiali da consegnare a fine lavoro.

### Durante tutte le prove siete invitati a

- registrare in modo ordinato puntuale e preciso le condizioni di misura, le misure ottenute ed eventuali osservazioni,
- Documentare gli aspetti salienti degli esperimenti con foto e filmati.
- Utilizzare gli strumenti e montare gli apparati sperimentali secondo la geometria e le indicazioni date **nel rispetto costante delle norme di sicurezza**. Nel dubbio consultare i docenti.



### Attività 1: test qualitativi di adesione

Come prima cosa dovrete testare, in modo qualitativo e rapido se l'adesione del Gecko Tape® cambia in funzione della direzione della forza applicata in particolare per i casi peeling (forza perpendicolare alla superficie di contatto) o shear (forza che agisce parallelamente alla superficie di contatto). Le prove potranno essere fatte anche usando blocchetti di materiale diverso: legno, MDF, alluminio.

### Materiale occorrente

- ✓ gecko tape ®
- ✓ blocchetto in MDF
- ✓ blocchetto in alluminio
- ✓ Nastro adesivo
- ✓ Bilancia
- ✓ Alcool etilico e scottex

### Procedimento/domande

**Step 1 osservazione del peeling** Registrare le osservazioni

Attaccare il gecko al blocchetto di MDF

1. Provare a staccarlo con un movimento di peeling , **descrivete il fenomeno indicando se il distacco è o meno agevole**

Ripetere la prova con altri materiali, effettuare prove analoghe con un pezzo di nastro adesivo commerciale.

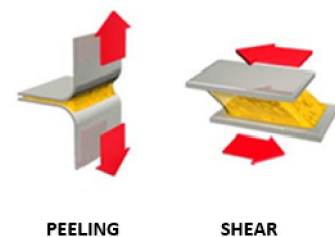


Figura 1 Adesione peeling e shear



## Step 2 osservazione dello shear

Attaccare il gecko al blocchetto di MDF

2. Provare a staccarlo con un movimento di shear **descrivete il fenomeno indicando se il distacco sia o meno agevole.**

Ripetere la prova con alcuni altri materiali



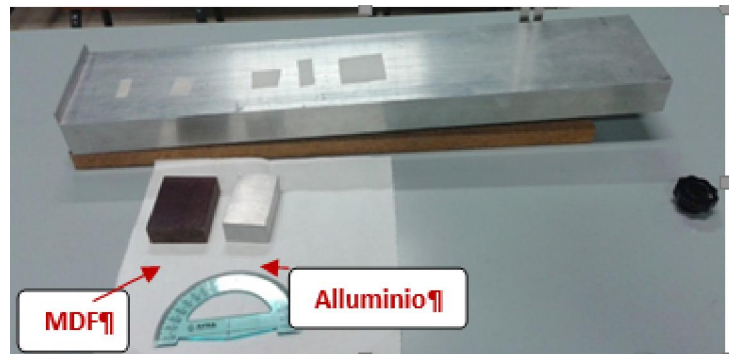
## Attività 2 misura della forza d'attrito con il piano inclinato.

### Materialie occorrente

- ✓ carta vetrata 4 campioni di area diversa

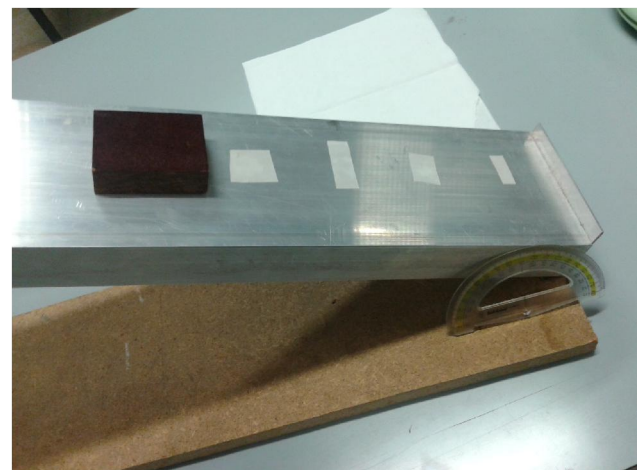
**Attenzione:** tagliare i campioni di forma quadrata o in rettangoli con lati non eccessivamente corti, avere cura che tutti i campioni abbiano un'area inferiore alla superficie di appoggio dei blocchetti; questi vanno posati sulla loro area di base maggiore

- ✓ gecko tape® 4 campioni con la stessa area di quelli del Gecko Tape
- ✓ nastro biadesivo
- ✓ un pesetto in alluminio
- ✓ un pesetto in MDF
- ✓ piano inclinato da laboratorio
- ✓ Goniometro (se non è già parte del piano)
- ✓ Calcolatrice
- ✓ Alcool etilico e carta tipo scottex



### Procedimento

Si tratta di una prova classica sull'attrito: il campione viene fissato al piano inclinato e su di esso si pone il pesetto, si inclina poi il piano fino al punto di distacco e **si misura il corrispondente angolo, che chiameremo angolo di distacco**. Si effettuano misure ripetute sul medesimo campione per avere una buona statistica (almeno 20 misure per campione) e si calcoleranno valore medio, deviazione standard, dispersione ed errore assoluto. Si ripete tutto per i quattro campioni di carta vetrata prima e di Gecko Tape dopo. Si costruisce **una tabella** degli angoli di distacco in funzione del materiale e dell'area del campione.



E' una misura soggetta a molti tipi di errori accidentali presenta tuttavia il vantaggio di essere molto veloce ed offrire la possibilità di testare con lo stesso apparato sperimentale diversi aspetti.

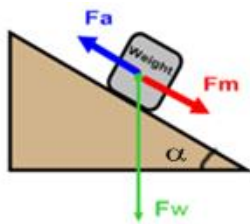
- La dipendenza/indipendenza della forza d'attrito dall'area della superficie
- La dipendenza della forza d'attrito dal materiale e dalla forza normale agente sul piano
- L'elaborazione dati con un numero di misure statisticamente significativo



3. Gli studenti sono invitati a riflettere sulle possibili cause d'errore sistematico e ad eliminarle o ridurle mettendo a punto procedure operative ottimali. I suggerimenti da offrire per migliorare precisione e riproducibilità della misura andranno registrati ed entreranno nella relazione conclusiva come **procedure operative**. (vedere domanda 7)

### Suggerimenti/domande

4. Il pesetto scelto deve avere un'altezza il più possibile bassa per ridurre gli effetti di peeling: riflettete su questa affermazione, valutatene la veridicità e motivatela o confutatela.
5. sono da preferire campioni quadrati o rettangolari con il lato lungo perpendicolare alla forza motrice: riflettete su questa affermazione, valutatene la veridicità e motivatela o confutatela.
6. campioni di Gecko-Tape devono avere aree interamente ricopribili dalla base del pesetto; ciò limita fortemente il numero di punti (superfici) significativi e fa sì che per i campioni più piccoli l'area della base del pesetto sia ricoperta solo in parte. Sapreste trovare possibili errori accidentali introdotti nelle misure in conseguenza dell'affermazione precedente.



7. Elencate altri errori accidentali che potete immaginare
8. utilizzate la figura della geometria del sistema e gli strumenti e le conoscenze a vostra disposizione scrivere le relazioni fra le forze in gioco

### Elaborazione dei dati

- Dopo aver misurato gli angoli  $\alpha$  del piano inclinato a cui si ha il distacco del peso nota la forza peso  $F_w$  si ricava la forza motrice  $F_m$ , e di conseguenza i valori di  $F_a$  corrispondenti alle misure effettuate.
- Valutare gli errori degli strumenti di misura, e quelli complessivi tenendo conto degli errori accidentali legati alla struttura dell'apparato o al processo di misura.
- Usate excel per elaborare le misure calcolando il valore medio della forza d'attrito per ogni area del campione, disegnare poi il grafico che lega forza d'attrito e superficie di contatto riportando opportune barre di errore. Se riuscite valutate la dispersione delle misure sulle singole aree verificando la distribuzione gaussiana dei valori.
- Costruite una seconda tabella dove riportate il confronto fra i risultati ottenuti con la carta vetrata e quelli ottenuti con il Gecko Tape poi costruite un grafico che confronti i due andamenti

### Report finali

- Utilizzare word per scrivere una relazione tecnica, completa, puntuale e **concisa** delle varie fasi dell'esperienza e dei risultati ottenuti. Inserite anche immagini/tabelle eventuali grafici significativi corredati di opportune didascalie. Se lo ritenete utile in essa potete inserire parti della scheda di comprensione dei fenomeni e/o riferimenti teorici. Concludere con una valutazione tecnica dei risultati includendo eventuali suggerimenti per il miglioramento.
- Costruite un power point per illustrare ai vostri compagni gli argomenti che avete studiato, sia per gli aspetti teorici che per quelli sperimentali. Preparatevi un'esposizione plenaria (confereza) di 20 min.



### Form scheda di comprensione dei fenomeni (in Word, write,...)

Usate il seguente modello per costruire (con Word, Write,...) la scheda di comprensione dei fenomeni di ogni attività \*Nella colonna “tipo di fonte” indicare tutte le voci che vi ha aiutato nella formulazione della risposta.

“Scheda di comprensione dei fenomeni”		Gruppo n. .... Componenti:
Titolo attività:		
Data di consegna.....		
Domande	Risposte/considerazioni/fonti	Tipo di fonte *
Colonna dove scrivere le domande indicate nella scheda di laboratorio nella sezione “comprensione dei fenomeni”	Colonna delle risposte corrispondenti <b>Potete</b> aggiungere vostre ulteriori considerazioni e <b>dovete</b> inserire i riferimenti bibliografici delle fonti fornite o trovate da voi [1].....elencate in fondo	A. esperimento (induzione) B. teoria da libri/appunti C. teoria da internet D. confronto nel gruppo E. docente F. conoscenza pregressa
Dom 1		A. esperimento (induzione) B. teoria da libri/appunti C. teoria da internet D. confronto nel gruppo E. docente F. conoscenza pregressa
Dom 2		A. esperimento (induzione) B. teoria da libri/appunti C. teoria da internet D. confronto nel gruppo E. docente F. conoscenza pregressa
....	....	....
....	....	....
<b>Conclusioni del gruppo</b>		
Sunto di quanto avete appreso, questa parte pensatela come canovaccio di esposizione orale per la lezione che dovrete fare ai vostri compagni.		
Concludete con l’elenco delle fonti che suggerite (bibliografia)		
[1]		
[2]....		
<b>Somma indicatori:</b> Di fianco ad ogni voce inserite quante volte è stata scelta durante le risposte precedenti. Usando la frequenza solo come uno dei dati disponibili, ogni componente del gruppo aggiunga considerazioni personali su ogni aspetto con l’obiettivo di concordare un ordine di importanza in cui elencare ogni voce. più importante ←————→ meno importante	A. esperimento (induzione) B. teoria da libri/appunti C. teoria da internet D. confronto nel gruppo E. docente F. conoscenze pregresse	N.