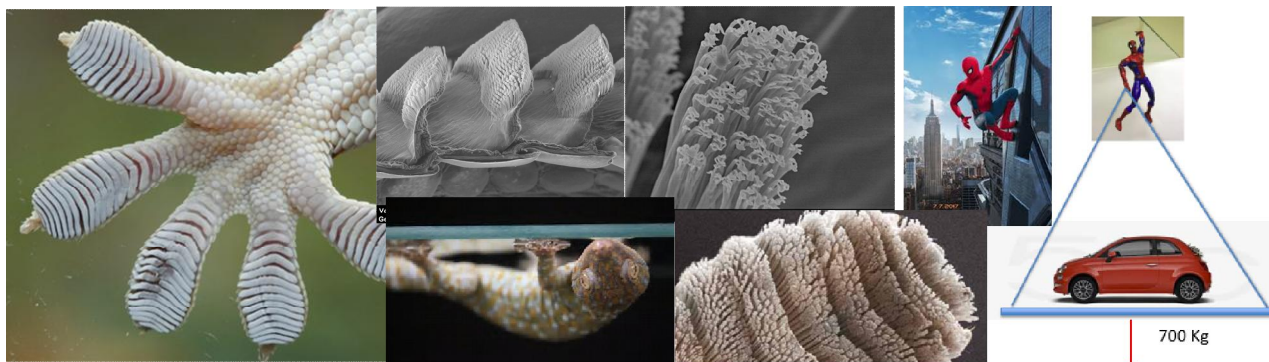




## Nanoattrito ed effetto Gecko



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 speculari 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 reggesse una fiat 500, un vero 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- STUDIO dell'adesione



## Attività 1: Gecko Tape® su vetro o plexiglas: verticale

## Scopo

- Testare la differenza fra “shear adesione” e “peeling adhesion” del Gecko Tape®
- Valutare la shear adhesion in funzione della superficie di contatto
- Esprimere ipotesi sul meccanismo di adesione del Gecko Tape®

## Indicazioni sulle modalità di lavoro

Si tratta di una prova essenzialmente qualitativa, abbastanza rapida e utile per mettere in luce le caratteristiche di elasticità del gecko che lo rendono fortemente tenace nella sua adesione al vetro. La deformabilità del materiale influenza la prova ed il materiale, sottoposto a carico elevato tende a rompersi piuttosto che staccarsi, fenomeno più accentuato in particolari condizioni di lavoro: gli studenti dovranno osservare il fenomeno e capirne le ragioni per ottimizzare le condizioni di misura. 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 i risultati delle osservazioni, le condizioni di misura, le misure ottenute.
- 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.



Figura 2 Layout di misura. Condizioni sperimentali e campione di gecko prima e dopo l'applicazione del carico



### Materiale occorrente

- ✓ Gecko Tape<sup>®</sup> 3 campioni quadrati di area diversa
- ✓ 1 lastra in vetro o plexiglas
- ✓ Carta millimetrata e Nastro adesivo
- ✓ Barre sostegni e morse per fissare il sistema, Livella
- ✓ Morsetto di aggancio per il gecko ( va bene anche una pinza chiudi sacchetti o una molletta per trattenere i fogli ciò che è importante è equilibrare i pesi e non stringere troppo il gecko per non romperlo
- ✓ Pesetti da laboratorio , Bilancia
- ✓ Alcool etilico e scottex



### Preparazione delle superfici

Pulire il vetro o il plexiglass con etanolo o con alcool etilico, asciugarlo con carta tipo scottex; poi con il nastro adesivo attaccare della carta millimetrata sul lato del vetro opposto a quello dove vorrete attaccare il Gecko Tape; servirà come riferimento per il posizionamento del Gecko: guardando le quadrettature ad ogni misura lo si riposizionerà nello stesso punto.

### Suggerimenti

**L'importanza del baricentro e della perpendicolarità** Se il filo di trascinamento non è centrato la retta d'azione della forza applicata non passa per il baricentro e si genera una coppia di forze.  
**Collegare i campioni sempre vicino al bordo:** in particolare ridurre l'area usando campioni più piccoli non spostando in basso un campione grande e fare aderire al vetro sempre la maggior parte del campione evitando "penzolamenti" che aumentano l'effetto di deformazione e la scarsa trasmissione della forza al gecko collegato al vetro.

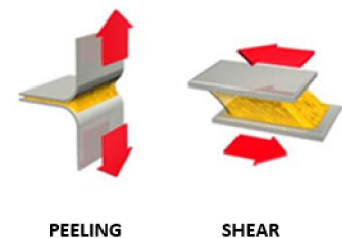
### Procedimento

#### Step 1 osservazione del peeling

Fissare il gecko con una molletta in modo che la trazione sia il più possibile centrata (retta d'azione della forza passante per il baricentro del gecko)

Attaccare il gecko al vetro/plexiglas

Provare a staccarlo con un movimento di peeling ( ad es capovolgendo il vetro): si stacca facilmente? Registrare le osservazioni



#### Step 2 misure di shear

Montare il supporto verificando la perpendicolarità tramite la livella

Con sostegni e morsetti posizionare il vetro assicurandosi la perfetta perpendicolarità

Collegare nuovamente il gecko al vetro

Aggiungere pesetti e documentare ciò che accade, anche con foto, fino al distacco ( o alla rottura 😞), costruire una tabella in cui associate ad ogni allungamento del gecko il peso corrispondente.

Nota: Pesare con la **bilancia** la massa complessiva applicata al campione tenendo quindi conto anche del contributo delle molle e dei ganci



**La perpendicolarità** assicura di rispettare la direzione di shear, se il vetro è inclinato verso l'operatore si ha il fenomeno di peeling e i gecko si stacca quasi subito

**Rottura:** se la perpendicolarità è rispettata il carico risulta elevato ed in genere supera il carico di rottura del materiale

**comprensione dei fenomeni** - Alla fine del lavoro dovrete consegnare la scheda compilata

Ogni gruppo prepara un foglio intitolato "Scheda di comprensione dei fenomeni" dove riporta e risponde alle seguenti domande. 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.

- **Posizione del baricentro**

1. Disegnate la visione frontale del sistema campione ed indicate le forze che agiscono su di esso quando è caricato con i pesetti, riflettete sui fenomeni di statica in gioco descriveteli
2. Cos'è il baricentro di un corpo e qual'è la posizione ottimale del baricentro del campione affinché possa reggere il peso massimo possibile? Quali fenomeni intervengono e riducono tale peso nei casi diversi da quello ottimale? In che condizioni si genera una coppia di forze e cosa causa alla statica del campione?

- **Altri fenomeni**

3. cosa accade se la lastra in vetro o plexiglas non è perfettamente perpendicolare?
4. Cosa accade se la superficie della lastra è sporca o umida?
5. Se anziché una superficie perfettamente liscia ne prendiamo una con una rugosità superficiale maggiore cosa accade? Perché?
6. Qual è il meccanismo di adesione, che forza agisce tra Tape e supporto verticale in vetro?
7. La plasticità del materiale influenza la prova? Come interferisce col peso massimo che il gecko è in grado di reggere?

- **Il meccanismo di adesione del Gecko (animale)**

8. Confrontare le osservazioni dei fenomeni shear e peeling e proporre ipotesi sul meccanismo di adesione del materiale
9. Consultate i materiali o sfruttate i riferimenti forniti dai docenti per conoscere il meccanismo di adesione delle zampe del gecko e confrontatelo con il comportamento del vostro materiale.

### **Elaborazione dei dati**

Valutare gli errori degli strumenti di misura, discutere la presenza di eventuali errori accidentali legati alla struttura dell'apparato o al processo di misura.

Costruire una tabella dove riportate la stima dell'allungamento del gecko tape in funzione del peso applicato, a partire da tale valore stimate la variazione del gecko stirato e formulate ipotesi sulla variazione del carico di rottura in funzione dell'allungamento del materiale.

Costruite una seconda tabella dove riportate la variazione del peso massimo sopportato in funzione della superficie di contatto del campione.

Utilizzare word per scrivere una relazione tecnica, completa, puntuale e **concisa** delle varie fasi dell'esperienza e dei risultati ottenuti. Inserendo anche immagini/tabelle eventuali grafici significativi corredati di opportune didascalie. 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. Preparate un'esposizione plenaria (conferenza) 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
....	....	....
....	....	....
Conclusioni del gruppo		
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.