

## 1F 16/01/02: vettori ed equilibrio

**scegliere 15 domande e rispondere (risposte brevi e senza ripetere la domanda)**

1. Fare un esempio di interazione a distanza che non sia quella tra due calamite e di una interazione da contatto che non sia la reazione vincolare di un corpo appoggiato su un altro.

L'interazione gravitazionale tra pianeti e sole

Tutte le forze d'urto

2. Spiegare perché il peso di un corpo diminuisce quando lo si sposta verso l'alto nella atmosfera?

Perché il peso è l'effetto della interazione gravitazionale e questa diminuisce con l'inverso del quadrato della distanza dal centro dei due corpi che interagiscono (in questo caso il corpo considerato e la terra)

3. Su quale fatto sperimentale si basa il metodo scelto per misurare le forze attraverso dinamometri?

Sulla proporzionalità tra gli allungamenti di una molla e il numero di pesi identici che vengono applicati ad essa

Il fatto sperimentale è una legge

4. Per quanto hai capito osservando le molle la loro costante elastica da cosa dipende (e come)?

Dal materiale, dalla lunghezza di riposo (inversamente proporzionale), dal raggio dell'elica, dalla sezione del filo

5. Le grandezze caratteristiche di un vettore sono... Nel caso dei vettori forza, oltre alle grandezze precedenti, bisogna specificarne altre; quali e perché?

Direzione, verso e modulo

Retta di applicazione e punto di applicazione perché spostando una forza (anche se non si cambia vettore) cambiano gli effetti

6. Nella somma vettoriale quando conviene usare il metodo punta-coda?

Quando si sommano più di due vettori per ragioni di rapidità

Molti hanno scritto quando la coda coincide con la punta

7. A cosa corrispondono geometricamente le componenti di un vettore lungo gli assi x e y?

Alla lunghezza con segno dei segmenti proiezione lungo gli assi

Molti errori e imprecisioni

8. Se un vettore  $\vec{a}$  ha modulo  $a$  e forma un angolo  $\alpha$  con l'asse  $\vec{x}$  le sue componenti  $a_x$  e  $a_y$  valgono rispettivamente?

$$a_x = a \cos \alpha \quad a_y = a \sin \alpha$$

va bene anche dire che  $a_y = a \cos \beta$  dove però  $\beta$  è il complementare di  $\alpha$  e coseno vuol proprio dire seno dell'angolo complementare

9. Se un vettore  $\vec{a}$  ha componenti  $a_x$  e  $a_y$  il modulo si trova così ...

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

c'è gente che ha scritto  $a_x + a_y$  e cioè in un triangolo rettangolo la somma dei cateti è uguale alla ipotenusa

10. Se si lavora con le componenti di un vettore a cosa corrispondono la somma e la differenza vettoriale? alla somma e alla differenza algebriche delle componenti

11. La forza d'attrito statico e quella d'attrito dinamico differiscono quantitativamente in due cose in due cose. Quali?

La forza d'attrito statico massima è più grande di quella dinamica inoltre la forza d'attrito statico è variabile (si adegua alla condizione di equilibrio) mentre quella dinamica è costante

12. Come mai il coefficiente d'attrito statico è più grande di quello dinamico?

Perché in condizioni statiche le microasperità che determinano l'attrito radente sono più incastrate di quanto non accada in condizioni dinamiche

13. Come si definisce il Newton e qual è l'unità di misura del momento (grandezza derivata)?

1 N = 1 kg 1 m/s<sup>2</sup> e corrisponde circa a 102 g peso Il momento si misura in N m

N m è diverso da N / m

14. Cos'è il coefficiente d'attrito per un corpo soggetto a forza d'attrito  $F_a$  e forza premente  $F_p$ ?

E' il rapporto costante tra la forza d'attrito e la forza premente.

Se non si precisa che il rapporto è costante si fa un errore grave e la definizione perde di significato

15. Cosa si intende con *condizione di moto incipiente*?

E' la condizione (in presenza di attrito statico) in cui la forza d'attrito raggiunge il suo valore massimo; in queste condizioni un ulteriore aumento della forza di trazione determina l'inizio del moto

16. Cosa sono la risultante e la equilibrante di un sistema di forze?

La risultante è la somma vettoriale di tutte le forze applicate. L'equilibrante è la forza che aggiunta alle precedenti determina risultante nulla (è l'opposta della risultante)

17. Cos'è una coppia di forze e da quale grandezza viene descritta?

Un insieme di 2 forze parallele con uguale modulo  $F$  e diverso verso. E' descritta dal momento  $Fb$  dove  $b$ , detto braccio, è la distanza delle due rette di applicazione. Le coppie sono le responsabili delle rotazioni dei corpi rigidi

18. Esporre la C.N.S. per l'equilibrio di un corpo rigido

Annullamento della risultante delle forze e annullamento della somma algebrica dei momenti rispetto ad un polo qualsiasi (si sceglie di solito un polo lungo la retta di applicazione di forze incognite che così non compaiono nelle equazioni sui momenti).

19. Come mai nell'esporre la C.N.S. per l'equilibrio non si precisa rispetto a quale poli si effettua il calcolo dei momenti?

Perché quando la risultante si annulla, la somma algebrica dei momenti risulta indipendente dal polo

20. Se la forza d'attrito statico non fosse variabile ma costante cosa potrebbe paradossalmente accadere?

Un corpo appoggiato ad un piano si metterebbe in moto per effetto della forza d'attrito; invece la forza di attrito si adegua sempre alle forze tangenziali e determina l'equilibrio

21. Come mai se le forze d'attrito diminuiscono man mano che le superfici a contatto si levigano il coefficiente d'attrito vetro-vetro vale 0.9 (cioè è molto alto)?

Perché quando le superfici a contatto sono molto levigate i corpi si trovano a distanze molto piccole e si ha la comparsa di forze attrattive di origine molecolare che ostacolano lo scorrimento

22. Cos'è il diagramma del corpo libero per un corpo vincolato sottoposto a forze?

Un diagramma in cui si disegnano tutte le forze applicate ad un corpo sostituendo i vincoli con le forze da essi esercitate.

## 1F 21/02/2001: Papucci cap. 5 forze ed attrito

**Conoscenze: per il voto massimo mi bastano 15 risposte**

1. Cosa si intende dicendo che le forze sono effetto di interazioni?

Che riguardano sempre la azione reciproca di due oggetti

2. Fare un esempio di interazione a distanza che non sia quella tra due calamite e di una interazione da contatto che non sia la reazione vincolare di un corpo appoggiato su un altro?

L'interazione gravitazionale tra il Sole e i pianeti del sistema solare. La forza d'attrito

3. Spiegare perché il peso di un corpo diminuisce quando lo si sposta verso l'alto nella atmosfera?

Il peso è dovuto alla interazione gravitazionale tra terra e oggetto ed essa è inversamente proporzionale al quadrato della distanza tra i centri dei due oggetti.

4. È corretto affermare che fuori dalla atmosfera il peso di un corpo è uguale a zero? Spiegare

E' sbagliato. Vedi risposta precedente; semplicemente il peso diminuisce. Se la forza gravitazionale non esistesse ancora i satelliti non potrebbero ruotare. E' vero invece che quando un corpo è in orbita dentro la navicella si sperimenta una specie di assenza di peso simile a quella che si ha durante la caduta libera.

5. Su quale fatto sperimentale si basa il metodo scelto per misurare le forze attraverso dinamometri?

Sul fatto l'allungamento delle molle risulta proporzionale al numero di oggetti uguali che si appendono ad esse (supposti di peso uguale). Si sceglie allora di associare all'allungamento la misura delle forze.

6. Se la relazione tra Forza e allungamento di un filo di acciaio è di proporzionalità quella tra Forza e lunghezza di che tipo è?

Di tipo lineare; infatti se si tiene presente che l'allungamento  $\Delta l = l - l_0$  se  $F = k \Delta l$  (cioè se la forza è proporzionale all'allungamento) si ha  $F = k(l - l_0) = kl - k l_0$  che è una relazione lineare.

7. Per quanto hai capito osservando le molle da cosa dipende e come la loro costante elastica?

Dipende dal materiale di cui è fatta la molla ed è direttamente proporzionale alla sezione del filo e inversamente proporzionale alla lunghezza.

8. Le grandezze caratteristiche di un vettore sono...

Direzione, verso e intensità

9. Nel caso dei vettori forza, oltre alle grandezze precedenti, bisogna specificare anche ... come mai...?

La retta e il punto di applicazione perché forze con rette di applicazione diverse ma con uguale modulo, direzione e verso producono effetti diversi quando sono applicate a corpi estesi.

10. Dati due vettori, la loro somma vettoriale si può ottenere graficamente in due modi: quali ? (descrivere senza disegnare)

Facendo coincidere le origini e costruendo il parallelogramma (il vettore somma è la diagonale che parte dall'origine comune) disponendo i vettori uno di seguito all'altro (il vettore somma va dall'origine del primo all'estremo del secondo)

11. Se un vettore  $\vec{a}$  ha modulo  $a$  e forma un angolo  $\alpha$  con l'asse  $\vec{x}$  le sue componenti  $a_x$  e  $a_y$  corrispondono a ...?

Alle lunghezze con segno dei segmenti proiezione

12. Se un vettore  $\vec{a}$  ha modulo  $a$  e forma un angolo  $\alpha$  con l'asse  $\vec{x}$  le sue componenti  $a_x$  e  $a_y$  valgono rispettivamente?

$$a_x = a \cos \alpha \quad a_y = a \sin \alpha$$

13. Se un vettore  $\vec{a}$  ha componenti  $a_x$  e  $a_y$  per disegnare il vettore basta ...?

Costruire i due segmenti proiezione e tracciare per i due estremi le parallele agli assi

14. Se un vettore  $\vec{a}$  ha componenti  $a_x$  e  $a_y$  il modulo si trova così ...

$$\text{Con il teorema di Pitagora } a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

15. Quando un corpo si muove lungo una traiettoria curvilinea che differenza c'è tra lo spostamento e il percorso?

Lo spostamento è il vettore che unisce due punti della traiettoria invece il percorso rappresenta lo spostamento lungo la traiettoria

16. Dati due vettori  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  come si può fare a trovare il vettore  $\vec{c}$  (equilibrante) tale che  $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = \vec{0}$  descrivere cosa bisogna fare senza disegni

$$\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{c} = -(\vec{a} + \vec{b}) \text{ Basta disegnare l'opposto del vettore somma}$$

17. La forza d'attrito statico e quella d'attrito dinamico differiscono in due cose. Quali?

La forza d'attrito statico è variabile da 0 a un valore massimo pari a  $k_s F_p$  invece quella d'attrito dinamico vale  $k_d F_p$ . Inoltre è sempre  $k_s > k_d$

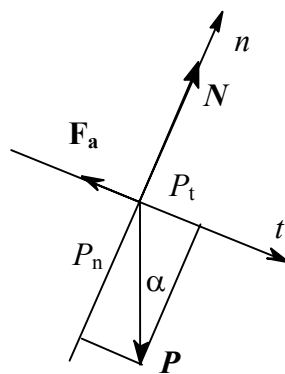
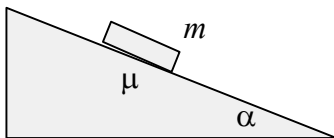
18. Cos'è il coefficiente d'attrito per un corpo soggetto a forza d'attrito  $F_a$  e forza premente  $F_p$ ?

È il rapporto costante tra la forza d'attrito massima e la forza premente

19. Cosa si intende con *condizione di moto incipiente*?

È la condizione in cui la forza d'attrito statico ha raggiunto il suo valore massimo e il corpo sta per mettersi in moto

20. La figura rappresenta un corpo in condizione di moto incipiente su un piano inclinato con coefficiente d'attrito  $\mu$  e con tutte le forze che agiscono su di esso. Perché in queste condizioni si può misurare  $\mu$  e risulta  $\mu = \tan \alpha$ ?



In condizione di equilibrio  $F_a = p_t = p \sin \alpha$ . Inoltre se il corpo si trova in condizione di moto incipiente  $F_a = k_s p_n = k_s p \cos \alpha$ . Pertanto  $p \sin \alpha = k_s p \cos \alpha \Leftrightarrow k_s = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha$ . Si osservi che il risultato non dipende dal peso del corpo (il coefficiente d'attrito dipende solo dallo stato delle superfici a contatto)

## 1 F 11/4/2001: Cap. 5 Papucci vettori ed equilibrio recupero

## Competenze

1) Sono assegnati i vettori (attraverso le componenti)  $\vec{a} \equiv (-2; -3)$   $\vec{b} \equiv (1; 2)$   $\vec{c} \equiv (2; 2)$  rappresentarli di seguito con scala  $1 = 1 \text{ cm}$  e determinare graficamente  $\vec{s} = \vec{a} + \vec{b} + \vec{c}$

Sulla figura si devono leggere con precisione i nomi dei vettori e attraverso la scala si deve poter misurare modulo e angolo.

2) Leggere il risultato precedente misurando il modulo  $s$  e l'angolo  $\theta$  formato dal vettore con l'asse  $x$

3) Completare simbolicamente (nella prima riga) e quindi con i numeri (nella seconda riga) la seguente tabella necessaria per determinare analiticamente il vettore somma

$s_x =$	$s_y =$	$s =$	$\tan \theta =$	$\theta =$
$s_x =$	$s_y =$	$s =$	$\tan \theta =$	$\theta \approx$

4) Sono dati 11 vettori  $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots$  tutti dello stesso modulo  $a$  e tutti sfasati l'uno rispetto all'altro di uno stesso angolo  $\alpha = 36^\circ$ . Quanto vale e come è diretto il vettore somma? (aiutarsi con una figura dopo aver spiegato cosa consegue dal fatto che i vettori sono tutti uguali e tutti egualmente sfasati e che relazione esiste tra l'angolo  $\alpha$  tra i vettori e l'angolo al centro  $\beta$  di ogni vettore.)

5) Disegnare due vettori assegnati attraverso il modulo e l'angolo formato con l'asse  $x$  e determinare graficamente la loro differenza vettoriale  $\vec{d} = \vec{a} - \vec{b}$  sapendo che  $\vec{a} \equiv (4 \text{ cm}; 55^\circ)$   $\vec{b} \equiv (3 \text{ cm}; -30^\circ)$

6) Leggere il risultato precedente misurando il modulo  $d$  e l'angolo  $\delta$  formato dal vettore con l'asse  $x$

7) Su un piano inclinato senza attrito di angolo  $\alpha = 40^\circ$  è appoggiato un corpo di peso  $P = 50.0 \text{ N}$ . Si vuole equilibrare il corpo con una forza  $F$  parallela alla base.

a) Disegnare le forze che agiscono sul corpo (indicare con  $N$  la reazione del piano)

b) Scrivere la condizione di equilibrio lungo una parallela al piano e da essa determinare  $F$ .

c) Scrivere la condizione di equilibrio lungo una perpendicolare al piano e da essa determinare  $N$ .

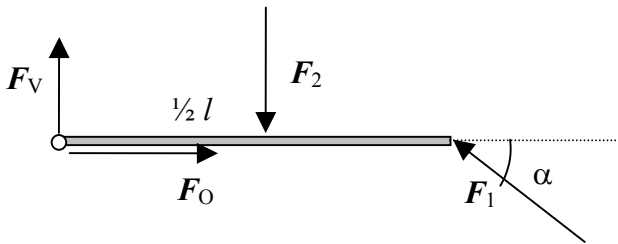
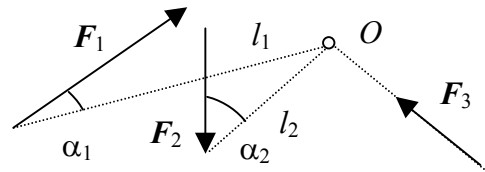
1F 08/02/02: competenze equilibrio corpi rigidi e fluidi

Svolgere i problemi 1 o 2 e tutti i successivi

8) Sono assegnati le forze  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  e  $\vec{F}_3$  come in figura con i seguenti dati  $F_1 = 5.00$  N,  $F_2 = 3.25$  N,  $F_3 = 4.00$  N,  $\alpha_1 = 27.5^\circ$ ,  $\alpha_2 = 48.5^\circ$ ,  $l_1 = 2.50$  m,  $l_2 = 1.50$  m; determinare la  $\Sigma M$  delle forze rispetto al punto O indicato.

$$\Sigma M = -F_1 \cdot b_1 + F_2 \cdot b_2 \sin \alpha_2 + F_3 \cdot b_3 = -F_1 \cdot l_1 \sin \alpha_1 + F_2 \cdot l_2 \sin \alpha_2 + F_3 \cdot 0 = -5.00 \sin(27.5) + 3.25 \sin(48.5) = -2.12 \text{ Nm}$$

Bisogna imparare a scrivere la relazione e poi svolgere un unico conto; attenzione ai segni; la III forza ha braccio nullo



9) Una sbarra di massa trascurabile e di lunghezza  $l = 2.50$  m è incernierata in un suo estremo ed è in equilibrio sotto l'azione di due forze  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$  collocate come in figura. Sono date le seguenti informazioni  $F_1 = 25.5$  N,  $l = 2.50$  m,  $\alpha = 36.5^\circ$ . Si chiede di determinare  $F_2$  e le due forze verticali e orizzontali  $F_v$  e  $F_o$  esercitate dal vincolo per garantire l'equilibrio. Perché si poteva evitare di fornire il valore di  $l$ ? Determinare infine

l'angolo  $\beta$  formato dalla risultante vincolare  $\vec{F}_v + \vec{F}_o$  con la sbarra.

Il problema si risolve imponendo l'annullamento della risultante delle forze e dei momenti (conviene scegliere come polo il vincolo).

Dalla risultante delle forze si ottiene:  $F_o = F_1 \cos \alpha$  mentre  $F_2 = F_v + F_1 \sin \alpha$

Dalla risultante dei momenti si ha  $-F_2 \cdot \frac{1}{2} l + F_1 \cdot l \sin \alpha = 0$  Si può semplificare per  $l$  e così si vede che il risultato non dipende da  $l$ .

Passando ai dati numerici si ha:

$$F_2 = 2 F_1 \sin \alpha = 30.3 \text{ N} \quad F_o = F_1 \cos \alpha = 20.5 \text{ N} \quad F_v = F_2 - F_1 \sin \alpha = 30.3 \text{ N}$$

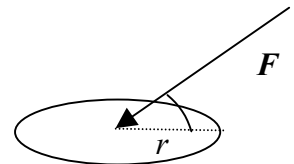
$$\tan \beta = \frac{F_v}{F_o} = 1.48 \text{ e } \beta = \tan^{-1}(1.48) = 55.9^\circ$$

Esercizio affrontato da poche persone e, generalmente in modo piuttosto disordinato

10) Determinare la pressione esercitata su una superficie circolare  $\sigma$  di raggio  $r = 2.50$  cm da una forza  $F = 23.5$  N che forma un angolo  $\alpha = 27.5^\circ$  con la superficie.

$$p = \frac{F_p}{\sigma} = \frac{F \sin \alpha}{\pi r^2} = \frac{23.5 \sin(27.5)}{\pi (2.50 \cdot 10^{-2})^2} = 5.53 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

E' consigliabile, per evitare di introdurre errori di calcolo dovuti alle approssimazioni, svolgere il calcolo in un solo passaggio e poi mettere il corretto numero di cifre significative, non dimenticarsi della unità di misura e della necessità di portare i cm in m. In molti si sono dimenticati che la forza premente è la componente normale della forza applicata.



11) Una pezza di burro a forma di parallelepipedo ( $\delta_b = 0.86$  kg/dm<sup>3</sup>) viene tenuta sommersa in acqua ( $\delta_a = 1.00$  kg/dm<sup>3</sup>) da una forza  $F$  orientata verso il basso. Determinare  $F$  sapendo che  $m_b = 0.250$  kg. Se si toglie  $F$  quale frazione di volume risulta immersa.

Per la condizione di equilibrio deve essere  $F + F_p = F_A$  dove si è indicato con  $F_p$  la forza peso e con  $F_A$  la forza di Archimede.

$$F_p = m_b g = 0.250 \cdot 9.81 = 2.45 \text{ N}$$

$$\text{Per determinare la forza di Archimede bisogna conoscere il volume del corpo immerso } V_b = \frac{m_b}{\delta_b} = \frac{0.250}{0.86} = 0.291 \text{ dm}^3.$$

$$F_A = m_f g = \delta_f V_b g = 1.00 \cdot 0.291 \cdot 9.81 = 2.85 \text{ N} \text{ mentre } F = F_A - F_p = 0.40 \text{ N}$$

Se si elimina la forza  $F$  il burro emerge in parte finché la forza peso del burro diventa uguale alla forza di Archimede (che dipende dal volume immerso  $V_i$ ); si ha dalla eguaglianza delle due forze:

$\delta_b V_b g = \delta_f V_i g$  e semplificando per  $g$  si ha che i volumi sono inversamente proporzionali alle densità; pertanto:

$$\frac{V_i}{V_b} = \frac{\delta_b}{\delta_f} = \frac{0.86}{1.00} = 0.86 = 86\%$$

Nonostante lo avessi esplicitamente detto a lezione è stato usato il peso specifico; c'è una diffusa tendenza a non definire i simboli che si usano o a pasticciare con le unità di misura (quando si fanno confronti tra grandezze omogenee si opera con numeri puri e dunque non sono necessarie le conversioni in unità del SI).

12) In un cubo di basalto ( $\delta_b = 3.00 \text{ kg/dm}^3$ ) di lato  $l = 10.0 \text{ cm}$  viene scavato un cubo di lato  $x$  in modo che il sistema galleggi a pelo d'acqua. Quanto vale  $x$ ?

Sono possibili due tipi di soluzione il primo, più diretto, consente di arrivare direttamente al risultato; il secondo è quello usato da chi è riuscito a determinare  $x$ .

Quando il cubo galleggia a fior d'acqua vuol dire che la forza peso del cubo svuotato (densità del basalto per la differenza dei due cubi esterno e interno) è pari alla forza di Archimede del cubo di lato  $l$ .

Si ha così:

$\delta_b (V_{\text{cubo}} - V_{\text{buco}})g = \delta_f V_{\text{cubo}} g$  e semplificando  $\delta_b (l^3 - x^3) = \delta_f l^3$ . Basta ora sostituire i dati:

$$3.00(1.00^3 - x^3) = 1.00 \cdot 1.00^3 \Leftrightarrow 3.00 - 3.00x^3 = 1.00 \Leftrightarrow x^3 = \frac{2.00}{3.00} \Leftrightarrow x = \sqrt[3]{\frac{2.00}{3.00}} =$$

0.873 dm

Vediamo la soluzione alternativa.

Calcolo il peso del cubo pieno:  $F_b = \delta_b V_b g = 3.00 \cdot 1.00^3 \cdot 9.81 = 29.4 \text{ N}$  (ho espresso il lato in dm visto che la densità era in  $\text{kg/dm}^3$ ).

Calcolo la spinta di Archimede:  $F_A = \delta_f V_b g = 1.00 \cdot 1.00^3 \cdot 9.81 = 9.81 \text{ N}$

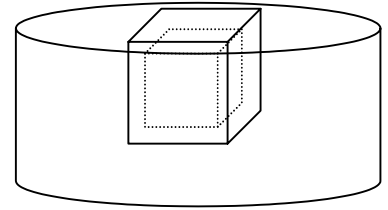
Calcolo il peso  $F_e$  da eliminare per garantire l'equilibrio  $F_e = F_b - F_A = 29.4 - 9.8 = 19.6 \text{ N}$

A questo punto possiamo calcolare il volume  $V_e$  da eliminare:  $V_e = \frac{m_e}{\delta_b} = \frac{F_e}{g \delta_b} = \frac{19.6}{9.81 \cdot 3.00} = 0.667 \text{ dm}^3$

$$x = \sqrt[3]{V_e} = \sqrt[3]{0.667} = 0.873 \text{ dm}$$

Un ulteriore cambiamento si può fare nel finale osservando che, poiché il peso è proporzionale al volume (fissata la densità) e il volume è proporzionale allo spigolo al cubo, si può scrivere la proporzione:

$F_b : F_e = l^3 : x^3$  e da qui ricavare  $x$ .

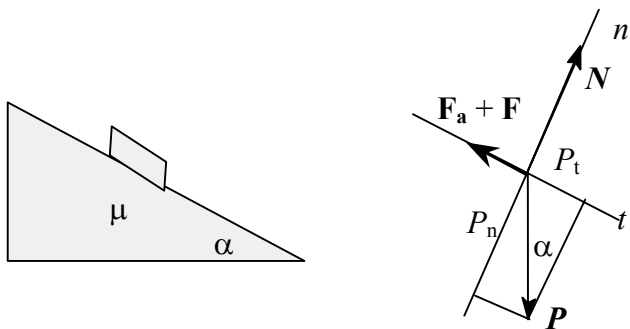






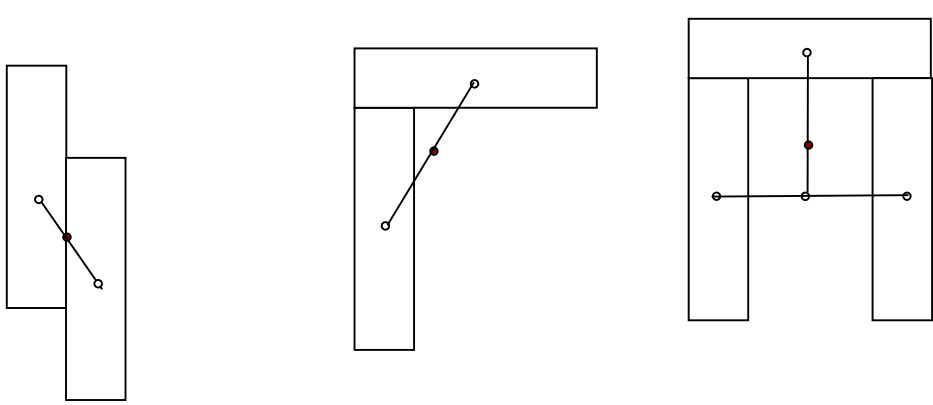
1F 10/3/2001: cap. 06 Papucci equilibrio

1. Tra le seguenti affermazioni individua quelle sbagliate e correggile
  - a) L'intensità della forza necessaria per mantenere in equilibrio un oggetto su un piano inclinato è sempre minore del peso dell'oggetto.  
Vero: La forza peso si scompone e la forza da equilibrare è quella parallela al piano che è il cateto di un triangolo rettangolo di cui il peso è l'ipotenusa
  - b) Se ti siedi su un muretto sei in equilibrio perché la reazione vincolare del muretto elimina il peso del tuo corpo  
Falso: la relazione vincolare equilibra il peso non lo annulla (tra l'altro il peso e la reazione vincolare hanno punti di applicazione diversi).
  - c) Un corpo reale è in equilibrio statico se il momento risultante delle forze applicate è uguale a zero.  
Falso: deve essere uguale a zero anche la risultante delle forze applicate in caso contrario il corpo trasla
  - d) Perché un corpo sia in equilibrio su un piano inclinato senza attrito, si deve equilibrare la componente del peso parallela al piano  
Vero; infatti la componente perpendicolare è sempre equilibrata dalla reazione vincolare
  - e) Una coppia di forze è costituita da 2 forze con la stessa direzione e moduli uguali  
Falso: bisogna precisare che le due forze hanno verso opposto
  - f) Un corpo reale non trasla se la risultante delle forze applicate è uguale a zero.  
Vero: ma può ruotare se non è zero anche la risultante dei momenti.
2. Una cassa del peso  $P = 60 \text{ N}$  è mantenuta in equilibrio sul piano inclinato della figura da una forza parallela al piano  $F = 10 \text{ N}$ . Qual è il coefficiente d'attrito tra la cassa e il piano se la cassa si trova in condizione di moto incipiente e  $\alpha = 36^\circ$ ?  
Ho cambiato l'angolo per aiutarvi a riflettere sul fatto che, noti i vettori, sappiamo fare i conti con qualsiasi angolo e non solo con  $30, 60$  o  $45^\circ$ .



Bisogna disegnare il diagramma delle forze che agiscono sulla cassa e scomporle nelle due direzioni parallela al piano e perpendicolare al piano.  
In questi esercizi la componente perpendicolare al piano è sempre nulla (ci pensa la reazione vincolare ad equilibrare).  
La componente tangenziale del peso viene equilibrata dall'azione combinata della forza d'attrito e di  $F$ .  
Inoltre  $P_n = P \cos \alpha$  mentre  $P_t = P \sin \alpha$ .  
Si ha pertanto:  
 $P \sin \alpha = F + \mu P \cos \alpha$  che diventa sostituendo i dati:  $60 \sin 36 - 10 = \mu 60 \cos 36$  Basta ora isolare  $\mu$  per arrivare al risultato:  $48.5 \mu = 25.3$  da cui  $\mu = 0.52$

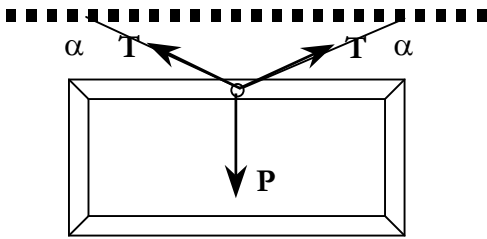
3. Determina graficamente il baricentro delle seguenti lamine omogenee a spessore costante e spiega il metodo che utilizzi



Il baricentro per corpi simmetrici e omogenei si trova nel centro di simmetria e pertanto per i singoli corpi è sempre nel punto di incontro delle diagonali. Quando si accostano i corpi basta ricordare che la risultante è sempre applicata in punti che si trovano a distanze inversamente proporzionali alle forze (a metà strada per forze uguali). Si spiegano così il primo e il secondo disegno nei quali il baricentro viene posto nel punto

medio delle congiungenti perché esso si trova a metà strada tra i due rispetto a qualsiasi rotazione delle figure. La situazione della terza figura è più complessa perché dopo aver trovato il baricentro delle due verticali bisogna confrontarlo con quella orizzontale e questa volta le forze sono una doppia dell'altra. Così il baricentro risulta spostato verso il basso in un rapporto 1 : 2.

4. Il quadro della figura a lato pesa  $P = 40 \text{ N}$  ed è appeso ad un sostegno mediante due fili che formano con l'orizzontale un angolo  $\alpha = 20^\circ$ . Calcolare le reazioni vincolari nei fili e quindi spiegare cosa accade alle reazioni vincolari quando cambia  $\alpha$ . Per quale valore di  $\alpha$  le reazioni vincolari sono uguali al peso?



Osserviamo intanto che, per ragioni di simmetria, le due reazioni vincolari devono essere uguali. Inoltre per l'equilibrio del punto di cerniera deve essere:  $2T \sin \alpha = P$

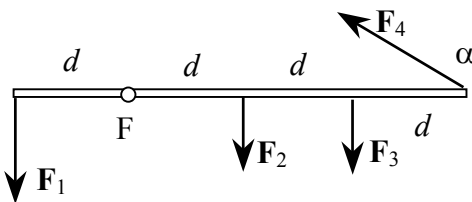
Tenendo conto dei dati si ha dunque:

$$T = \frac{P}{2 \sin \alpha} = \frac{40}{2 \sin 20} \approx 58.5 \text{ N}$$

Al crescere dell'angolo  $\sin \alpha$  aumenta e pertanto  $T$  diminuisce.

Si ha  $P = T$  quando  $\sin \alpha = \frac{1}{2}$  il che accade a  $30^\circ$ .

5. Calcola il momento risultante delle forze applicate all'asta della figura a lato, supposta di peso trascurabile, e vincolata nel punto F (fulcro). Dati:  $F_1 = 80 \text{ N}$ ,  $F_2 = F_3 = 40 \text{ N}$ ,  $F_4 = 100 \text{ N}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $d = 60 \text{ cm}$ . In che verso ruota l'asta?

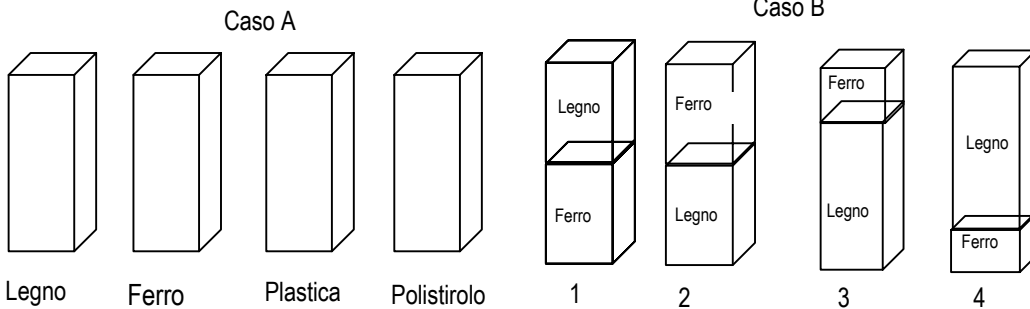


Basta scrivere il momento risultante nel rispetto della convenzione sui segni (positivo per rotazioni antiorarie) e calcolare il braccio di  $F_4$  che vale  $3d \sin \alpha$ .

$$M = F_1 d + F_4 3d \sin \alpha - F_2 d - F_3 2d = 80 \times 0.60 + 100 \times 1.80 \times 0.5 - 40 \times 0.60 - 40 \times 1.20 = 66.0 \text{ Nm}$$

Poiché il momento è positivo la rotazione è antioraria.

6. Indica e spiega in quale ordine si rovesceranno i seguenti parallelepipedi quando vengono fatti oscillare lateralmente.



Premettiamo che un solido si rovescia quando il prolungamento della forza peso applicata nel baricentro cade fuori dalla base, perché in quel caso la reazione vincolare non è più in grado di annullare il momento.

Pertanto se, come nel caso

A, i corpi sono omogenei, il baricentro si trova nello stesso punto e i 4 solidi cadono nello stesso istante.

Nel caso B, invece i baricentri si trovano ad altezze diverse 1, 4, 2, 3 (a partire dal più basso) a causa della diversa densità dei materiali e questo è anche l'ordine con cui cadono.

### 3G ordinamento 10/02/04 equilibrio

Consegne: Svolgere a scelta il problema 1 o 2 e il 3 e rispondere ad una delle due questioni di teoria proposte; altri elementi non saranno presi in esame

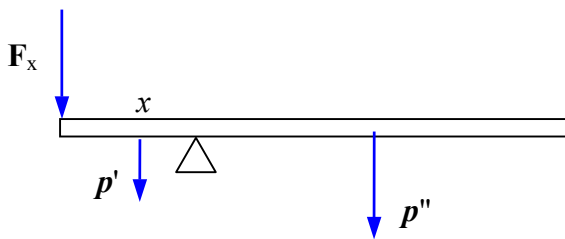
#### Problemi

1) Una sbarra omogenea di peso  $p$  e lunghezza  $l$  viene appoggiata su un vincolo a cuneo posto a lunghezza  $x$  da uno dei due estremi. Per mantenerla in equilibrio viene applicata nell'estremo da cui si misura  $x$  una forza  $F_x$ . Determinare quanto segue:

a) I valori  $p'$  e  $p''$  dei pesi delle due parti della sbarra in funzione di  $p, x, l$  e le due distanze dei punti di applicazione  $d'$  e  $d''$  dal vincolo

b) Utilizzando le condizioni di equilibrio dimostrare che  $F_x = p \left( \frac{l}{2x} - 1 \right)$

c) Quanto vale la reazione  $N$  esercitata dal vincolo?



a) Poiché il peso di una sbarra omogenea è proporzionale alla lunghezza sarà  $p' = p \frac{x}{l}$  e  $p'' = p \frac{l-x}{l}$  mentre per quanto riguarda le rette di applicazione esse si trovano a metà della parte interessata e dunque:  $d' = \frac{1}{2} x$  e  $d'' = \frac{1}{2} (l-x)$

**Nota di correzione:** mi sembrava una cosa assolutamente banale

ma il 90% è andato in crisi

b) In condizione di equilibrio si ha assumendo come polo il vincolo in cui è applicata la reazione vincolare  $N$  e tenuto conto che il peso, applicato a metà della sbarra dista dal polo di  $\frac{1}{2} l - x$ :

$$F_x x - p \left( \frac{1}{2} l - x \right) = 0 \text{ e da qui basta risolvere l'equazione per ottenere } F_x = p \left( \frac{l}{2x} - 1 \right)$$

**Nota di correzione:** naturalmente si arrivava faticosamente allo stesso risultato prendendo in esame i due contributi separati di  $p'$  e  $p''$  come si vede qui di seguito:

$$F_x x + p' \frac{1}{2} x - p'' \frac{1}{2} (l-x) = 0 \Leftrightarrow F_x x + p \frac{x}{l} \frac{1}{2} x - p \frac{l-x}{l} \frac{1}{2} (l-x) = 0 \Leftrightarrow F_x x = -p \frac{x}{l} \frac{1}{2} x + p \frac{l-x}{l} \frac{1}{2} (l-x) = \frac{1}{2} \frac{p-2lx}{l} p$$

$$\text{e dunque } F_x = \frac{l-2x}{2x} p = \left( \frac{l}{2x} - 1 \right) p$$

c) è la equilibrante e cioè pari alla risultante  $N = F_x + p = \frac{l}{2x} p$

**Note di correzione:** se si sceglie come polo l'estremo sinistro i conti si semplificano; naturalmente bisogna utilizzare  $N = p + F_x$

2) Una sbarra omogenea di peso  $p$  e lunghezza  $l$  è appoggiata sul bordo di un tavolo e la parte sporgente è doppia della parte appoggiata. Per mantenere l'equilibrio si applica una forza  $F = 3p$  ad una distanza  $x$  dall'estremo appoggiato della sbarra.

a) Calcolare i pesi  $p'$  e  $p''$  e le distanze dal bordo dei due punti di applicazione

b) Trovare il valore di  $x$  per cui si ha equilibrio

c) Generalizzare la soluzione al caso in cui  $F = \alpha p$

**Nota di correzione:** problema del tutto simile al precedente; i due pesi valgono  $1/3 p$  e  $2/3 p$ .

3) Una struttura reticolare del tipo indicato in figura regge nel vertice C un carico di peso  $p$  molto maggiore dei pesi delle due sbarre (che possono essere trascurati). Indicare con  $T_A$  e  $T_B$  le due forze esercitate dalle sbarre AC e BC

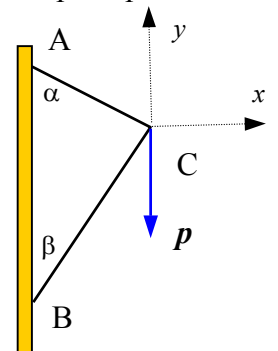
a) Completare la figura indicando  $T_A$  e  $T_B$

b) Dimostrare che per  $\alpha = 62^\circ$  e  $\beta = 35^\circ$  si ha  $T_A = 0.578 p$  e  $T_B = 0.890 p$  (si consiglia di utilizzare un sistema d'assi  $xCy$ )

c) Generalizzare il problema determinando in forma simbolica  $T_A$  e  $T_B$  al variare di  $\alpha$  e  $\beta$

a) La sbarra AC lavora in trazione mentre BC in compressione e ciò consente di tracciare le due reazioni vincolari (si veda la figura successiva)

**Nota di correzione:** si sono viste forze in tutte le direzioni; molto diffuso l'errore nel verso di entrambe o della sola  $T_B$ .



- b) Affinché sia  $R_x = 0$  e  $R_y = 0$  deve essere  $T_A \sin \alpha = T_B \sin \beta$  e  $T_A \cos \alpha + T_B \cos \beta = p$ . Dalla prima equazione si ottiene  $T_A = T_B \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$  e sostituendo:  $T_B \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} \cos \alpha + T_B \cos \beta = p$  che porta a:

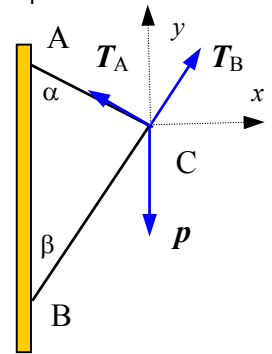
$$T_B \left( \frac{\sin \beta}{\tan \alpha} + \cos \beta \right) = p \text{ e dunque } T_B = \frac{p}{\left( \frac{\sin \beta}{\tan \alpha} + \cos \beta \right)}$$

$$\text{mentre } T_A = \frac{p}{\left( \frac{\sin \beta}{\tan \alpha} + \cos \beta \right)} \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{p}{\left( \cos \alpha + \frac{\sin \alpha}{\tan \beta} \right)}$$

Se si sostituiscono gli angoli forniti si ha:

$$T_B = \frac{p}{\left( \frac{\sin \beta}{\tan \alpha} + \cos \beta \right)} = \frac{p}{\left( \frac{\sin 35}{\tan 62} + \cos 35 \right)} = 0.890 p$$

$$T_A = \frac{p}{\left( \cos \alpha + \frac{\sin \alpha}{\tan \beta} \right)} = \frac{p}{\left( \cos 62 + \frac{\sin 62}{\tan 35} \right)} = 0.578 p$$



**Nota di correzione:** molti non hanno saputo nemmeno indicare le caratteristiche della condizione di equilibrio (risultante nulla); la maggioranza non è stata in grado di scrivere tale condizione attraverso le componenti nonostante fosse stato dato il suggerimento della scomposizione su x e su y.

## Conoscenze

### 1) Legge di Hooke e deformazioni elastiche

- Enunciare la legge di Hooke per un corpo di sezione  $S$  e lunghezza  $l$  sottoposto a trazione da una forza  $F$  diretta lungo l'asse di simmetria.
- Cos'è il modulo di Young e in che unità si misura?
- Cos'è il limite di elasticità?
- Data una molla di lunghezza a riposo  $l$  e costante elastica  $k$  tale che la forza elastica  $F = k \Delta l$  perché se si mettono due molle identiche l'una dietro l'altra si può affermare che si ottiene una molla di costante  $k/2$ ?
- Cosa accade se le due molle si mettono in parallelo e quanto vale in tale caso la nuova costante?
- Se si indica con  $\sigma$  il rapporto  $F/S$  detto sforzo e con  $\varepsilon$  l'allungamento relativo si osserva che lo sforzo è proporzionale all'allungamento relativo e si scrive  $\sigma = E \varepsilon$

**Nota di correzione:** si può anche dire che  $\Delta l \propto l F/S$  e quindi dopo aver introdotto la scrittura precedente chiamare modulo di allungamento la costante di proporzionalità.

- È la costante di proporzionalità tra sforzo ed allungamento relativo; è tipica del materiale e si misura in  $N/m^2$  visto che  $\varepsilon$  è un numero puro. Quando  $E$  è grande vuol dire che a parità di sforzo si hanno allungamenti piccoli (proporzionalità inversa). Si potrebbe dire che  $E$  è lo sforzo che determina un allungamento relativo del 100% cioè che fa raddoppiare la lunghezza ma la cosa ha scarso significato fisico perché prima di tale valore il corpo si sfibra.

**Nota di correzione:** mancata evidenziazione del significato, errori di unità di misura

- La legge di Hooke vale per valori di  $\sigma <$  di un valore limite, detto limite di elasticità, superato il quale le deformazioni risultano permanenti (almeno parzialmente)

**Nota di correzione:** in genere mancava il riferimento al fatto che è uno sforzo.

- La tensione si trasmette inalterata lungo la molla dando luogo ad un allungamento doppio ( $\Delta l$  per ciascuna delle due molle). Si ha così  $F = k' \Delta l$  ovvero  $k' = F/(2 \Delta l) = \frac{1}{2} k$ .

- In questo caso la forza si ripartisce a metà tra le due molle producendo un allungamento dimezzato e dunque  $k' = F/(\frac{1}{2} \Delta l) = 2 k$

**Nota di correzione:** grande difficoltà di argomentazione corretta; risposte mancanti o errate.

### 2) Forze applicate ad un corpo rigido

- Se si hanno 3 forze  $F_1, F_2, F_3$  complanari su 3 rette mutuamente incidenti, descrivere le operazioni che consentono di trovare la risultante (retta di applicazione e modulo)

- Cosa è l'equilibrante  $E$  di un sistema di forze?

- Se dopo aver calcolato  $F_{12} = F_1 + F_2$  si scopre che  $F_{12}$  è parallela a  $F_3$  come si trova la risultante e quanto vale il modulo della risultante?

- d) Supponendo che sia  $F_1 = \alpha F_2$  con  $\alpha > 1$  e utilizzando la nozione di equilibrante e la condizione di equilibrio si dimostri che la risultante si trova all'interno ad una distanza  $d$  da  $F_1$  pari a  $d = \frac{l}{\alpha + 1}$
- a) Si fanno convergere le rette di applicazione delle prime due e si somma con il metodo del parallelogramma trovando  $F_{12}$  poi si fa la stessa cosa tra  $F_{12}$  e  $F_3$
- b) L'equilibrante è la forza opposta e con lo stesso modulo e retta di applicazione della risultante
- c) Se  $F_{12}$  è parallela a  $F_3$  il modulo ha il verso della maggiore delle due e vale  $|F_{12} \pm F_3|$  a seconda che siano equiverse o no. Per determinarne la retta di applicazione si può operare o per via grafica aggiungendo due forze opposte che rendano convergenti le due forze parallele od operare tramite l'equilibrio dei momenti.
- d) Se si aggiunge la equilibrante il sistema è in equilibrio e dunque (scegliendo il polo sulla retta di applicazione sconosciuta) si ha (visto che la condizione  $\alpha > 1$  ci dice che hanno lo stesso verso) una retta interna alla zona comune (solo in questo caso i due momenti sono opposti). Risulta allora:
- $$F_1 d = F_2 (l - d) \text{ e cioè } \alpha F_2 d = F_2 (l - d) \text{ e dopo aver semplificato ed ordinato: } d = \frac{l}{\alpha + 1}$$

**Nota di correzione:** si osservi la sinteticità ed esaustività della risposta e la si confronti con la propria.

Nome e cognome: \_\_\_\_\_ 1F 9/12/04 equilibrio, attrito e fluidi

Svolgere 2 o 3 tra i seguenti problemi

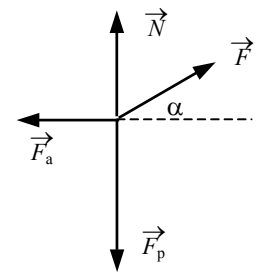
1. **Attrito statico.** Un corpo di massa  $m = 2.5 \text{ kg}$  è appoggiato su un piano orizzontale con coefficiente d'attrito statico  $\mu = 0.60$ . Al corpo è applicata una forza  $F$  che forma con l'orizzontale un angolo verso l'alto (cioè antiorario) di  $25^\circ$ .

- Disegnare il diagramma del corpo libero con le 4 forze che agiscono sul corpo
- Scrivere l'equazione che corrisponde alla situazione di moto incipiente.

c) Risolverla dimostrando che si ha  $F = \frac{\mu mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$

d) Trovare il valore di  $F$

a) Le 4 forze che agiscono sono la reazione vincolare  $\vec{N}$ , la forza peso  $\vec{F}_p$ , la forza d'attrito  $\vec{F}_a$  e la forza  $\vec{F}$  ed il diagramma del corpo libero è quello indicato in figura. La forza  $\vec{F}$  dovrà essere scomposta nelle sue due componenti tangenziale  $F_t$  e normale  $F_n$  perché dal loro valore verrà a dipendere la forza d'attrito.



b) In condizione di moto incipiente deve essere  $F_a = F_t$  ed inoltre la forza d'attrito deve aver raggiunto il suo valore massimo che è calcolabile dalla condizione  $F_a = \mu N = \mu(F_p - F \sin \alpha)$ .

c) Avremo dunque  $\mu(F_p - F \sin \alpha) = F \cos \alpha$ . Poiché viene richiesto di trovare  $F$  dovremo isolarla rispetto al resto:  $\mu F_p = F(\mu \sin \alpha + \cos \alpha)$  e infine  $F = \frac{\mu F_p}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} =$

$$\frac{\mu mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$$

d) Il valore numerico si ottiene per sostituzione:  $F = \frac{0.60 \cdot 2.50 \cdot 9.81}{\cos 25 + 0.60 \cdot \sin 25} = 12.7 \text{ N}_w$

**Nota di correzione:** le componenti di  $F$  non sono delle nuove forze ma un modo che noi usiamo per descrivere  $F$ ; la componente verticale di  $F$  ha verso contrario al peso e per questo c'è il segno  $-$  nella equazione; il calcolo numerico va eseguito in una sola passata e finisce con il risultato numerico espresso con 3 cifre significative e con l'unità di misura. Questa ultima osservazione vale in ogni compito e non sarà ulteriormente ripetuta. Faccio osservare infine che il valore numerico trovato non deve essere abnorme e cioè con degli ordini di grandezza improponibili rispetto al problema ed ai suoi dati.

2. **Pressione.** La pressione atmosferica al livello del mare  $p = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Sapendo che il raggio terrestre  $R_T = 6.37 \cdot 10^6 \text{ m}$  e che la superficie di una sfera di raggio  $r$  vale  $4\pi r^2$ :

- trovare la forza peso della atmosfera che circonda la terra.
- a che valore di massa  $m$  corrisponde tale forza?
- Supponiamo per semplificare che la densità della atmosfera sia costante ed abbia lo stesso valore che ha a livello del terreno ( $\delta = 1.3 \text{ kg/m}^3$ ) quanto sarebbe il corrispondente spessore  $h$  della atmosfera?

d) Perché è sbagliato ipotizzare che la densità sia costante? Come mai la densità diminuisce con la quota?

a) La forza peso della atmosfera può essere determinata utilizzando la definizione di pressione. Si ha  $F_p = p S = p 4\pi R_T^2 = 4 \pi (6.37 \cdot 10^6)^2 \cdot 1.013 \cdot 10^5 = 5.16 \cdot 10^{19} \text{ N}_w$

b) Poiché  $F_p = m g$  si ha  $m = \frac{F_p}{g} = \frac{5.16 \cdot 10^{19}}{9.81} = 5.27 \cdot 10^{18} \text{ kg}$

c) Si può rispondere in due modi o applicando la legge di Stevin oppure calcolando il volume dalla massa e da qui risalendo allo spessore. Usiamo il primo metodo:  $p = \delta g h$  pertanto  $h = \frac{p}{\delta g} = \frac{1.013 \cdot 10^5}{1.3 \cdot 9.81} = 7.94 \cdot 10^3 \text{ m} \approx 8 \text{ km}$

d) E' sbagliato ipotizzare che la densità sia costante perché man mano che si sale una quantità sempre minore di aria pesa su quella sottostante e pertanto mentre diminuisce la pressione il gas risulta meno compresso e la densità è minore.

**Nota di correzione:** attenzione che non basta dire che la densità è minore perché l'aria è più rarefatta o peggio ancora sostenere che cambiano in maniera radicale i componenti. La temperatura gioca anch'essa la sua parte ma in misura meno rilevante.

3. **Galleggiamento.** Un corpo di alluminio a forma di cubo di lato  $l = 0.250$  dm ha al suo interno una cavità di forma cubica e di lato  $x$ . La densità dell'alluminio vale  $\delta_{AL} = 2.80$  kg/dm<sup>3</sup> e il cubo è immerso in acqua ( $\delta_A = 1.00$  kg/dm<sup>3</sup>).

- a) Trovare il valore di  $x$  per il quale il cubo si trova in equilibrio quando è completamente immerso (risulta  $x = 0.215$  dm)
- b) Supponendo che sia  $x = 0.24$  dm il cubo galleggia. Dopo averne determinato il peso trovare la quantità  $h$  di cui si immerge (si trova  $h = 0.081$  dm)

a) se il cubo è in equilibrio quando è completamente immerso sarà il peso pari alla spinta di Archimede e cioè:  $\delta_{AL}(l^3 - x^3)g = \delta_A l^3$ . Dobbiamo ricavare  $x$  e pertanto la isoliamo:  $l^3 (\delta_{AL} - \delta_A) = \delta_{AL} x^3$  da cui  $x^3 = \frac{\delta_{AL} - \delta_A}{\delta_{AL}} l^3 = \left(1 - \frac{\delta_A}{\delta_{AL}}\right) l^3$

Sostituendo i valori numerici si ha:  $x^3 = \left(1 - \frac{1.00}{2.80}\right) 0.250^3$  e  $x^3 = 0.01004$  e  $x = \sqrt[3]{0.01004} = 0.215$  dm

**Nota di correzione:** se non si svolgevano i calcoli in modo simbolico si facevano un po' più di conti; poiché il problema era tutto basato su rapporti di grandezze omogenee non ho effettuato il cambio di unità di misura (se parto in dm finisco in dm).

b) Supponiamo ora che  $x$  abbia un valore superiore; accadrà che il cubo galleggi senza essere completamente immerso perché, a parità di volume, ha un peso inferiore.

Il peso  $F_p = (0.25^3 - 0.24^3)2.80 \cdot 9.81 = 0.0495$  N<sub>w</sub>. La forza di Archimede è quella di un prisma di base  $l^2$  e di altezza  $h$  e sarà pertanto  $\delta_A l^2 h g$ . Le due forze saranno uguali per  $h = \frac{0.0495}{1.00 \cdot 0.25^2 \cdot 9.81} = 0.08$  dm ovvero sprofonda per circa 1/3 del suo spigolo.

**Nota di correzione:** questa parte, anche se semplice non è stata affrontata da nessuno.

4. **Forza viscosa e legge di Archimede.** Una sfera d'acciaio cade in un recipiente contenente della glicerina (sostanza dotata di una elevatissima viscosità  $\eta = 1.490$  Pa·s con densità  $\delta_{gl} = 1.264 \cdot 10^3$  kg/m<sup>3</sup>). Una sfera d'acciaio ( $\delta_{ac} = 7.612 \cdot 10^3$  kg/m<sup>3</sup>) di raggio  $r = 1.25$  mm cade con velocità costante sotto l'azione del peso, della forza di Archimede e della forza d'attrito viscoso pari a  $F_v = 6\pi\eta r v$ . Il volume della sfera è  $\frac{4}{3} \pi r^3$ . Determinare:

- a) La forza peso  $F_p$  direttamente e la spinta di Archimede  $F_A$  attraverso il rapporto delle densità
- b) La equazione che fornisce l'equilibrio
- c) Il valore della velocità di caduta della sferetta.

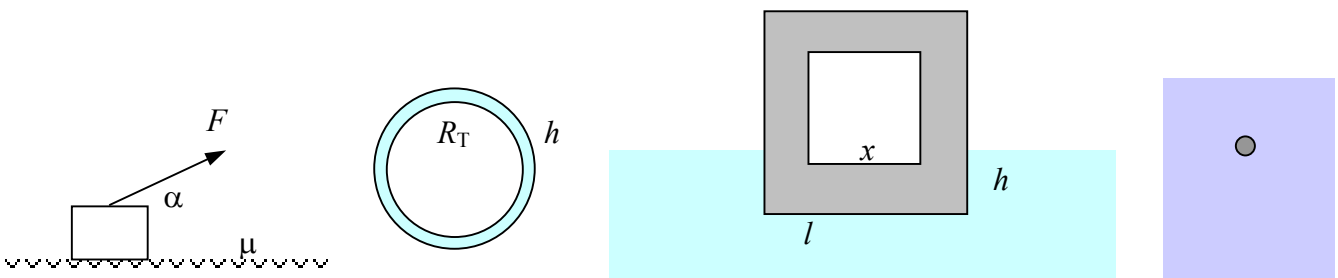
a) La forza peso della sferetta  $F_p = \frac{4}{3} \pi r^3 \delta_{ac} g = \frac{4}{3} \pi (1.25 \cdot 10^{-3})^3 \cdot 7.612 \cdot 10^3 \cdot 9.81 = 6.11 \cdot 10^{-4}$  N<sub>w</sub>. La spinta di

Archimede e il peso sono proporzionali alle densità (a parità di volume) pertanto:  $F_A = F_p \frac{\delta_{gl}}{\delta_{ac}} = 6.11 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{1.264}{7.612} = 1.00 \cdot 10^{-4}$  N<sub>w</sub>

**Nota di correzione:** Come si vede la spinta di Archimede è un sesto del peso e pertanto non può essere trascurata cosa che invece hanno fatto quelli che hanno svolto questo problema.

b) La condizione di equilibrio corrisponde alla eguaglianza tra la forza che determina la caduta e le forze che si oppongono ad essa (forza viscosa e forza di Archimede)  $F_p = F_A + F_v$

c) Per trovare  $v$  basta risolvere l'equazione  $6.11 \cdot 10^{-4} = 1.00 \cdot 10^{-4} + 6\pi\eta r v$  da cui si ottiene  $v = \frac{5.11 \cdot 10^{-4}}{6\pi \cdot 1.490 \cdot 1.25 \cdot 10^{-3}} = 1.46 \cdot 10^{-2}$  m/s



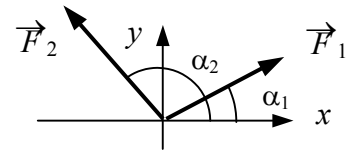
8 marzo 2005 Nome e cognome \_\_\_\_\_ 1F Pni equilibrio dei corpi rigidi

Se nel testo ci sono gli spazi di risposta esse vanno indicate sul foglio stesso (legge, dati, risultato, unità)

**1. risultante di forze concorrenti (determinazione analitica)**

Sono date due forze  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$  con  $F_1 = 20.5 \text{ N}$  e  $F_2 = 30.9 \text{ N}$ ,  $\alpha_1 = 36.0^\circ$  come in figura.

a)  $F_{1x} = F_1 \cos \alpha_1 = 20.5 \cdot \cos 36.0 = 16.6 \text{ N}$       $F_{2x} = F_2 \cos \alpha_2$

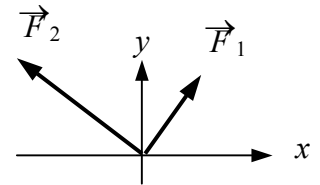


b) Se si indica  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$  con  $\vec{R}$  ed essa deve essere diretta come l'asse y allora deve essere  $R_x = 0$

c) Chiedere che sia  $R_x = 0$  equivale a chiedere che sia  $F_{2x} = -F_{1x}$

d) Pertanto  $\cos \alpha_2 = -F_{1x} / F_2 = -16.6/30.9 = -0.518$  e quindi  $\alpha_2 = \cos^{-1}(-0.518) = 121.2^\circ$

e) La risultante ha modulo  $R = F_{1y} + F_{2y} = F_1 \sin \alpha_1 + F_2 \sin \alpha_2 = 38.5 \text{ N}$



**2. risultante di forze concorrenti (determinazione grafica)**

Sono date due forze  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$  indicate in figura. a) Disegnare la equilibrante  $\vec{E}$  b)

Trovare attraverso il disegno il suo modulo  $F$  e il valore dell'angolo  $\theta$  formato con l'asse x. Scala 1 N = 1 cm

$E =$  \_\_\_\_\_  $\theta =$  \_\_\_\_\_

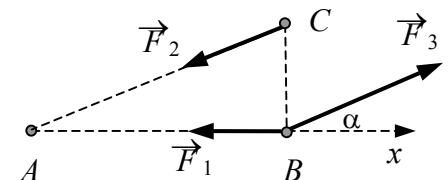
**3. momento di una forza (definizione)**

Con riferimento alla figura sono assegnati i seguenti valori:  $F_1 = 10.0 \text{ N}$ ,  $F_2 = 12.5 \text{ N}$ ,  $F_3 = 20.0 \text{ N}$ ,  $F_{3x} = 17.2 \text{ N}$ ,  $\overline{AB} = 2.50 \text{ m}$ ,  $\overline{BC} = 0.80 \text{ m}$ . Calcolare i momenti riferiti al polo A.

a)  $M_1 =$  \_\_\_\_\_  $M_2 =$  \_\_\_\_\_

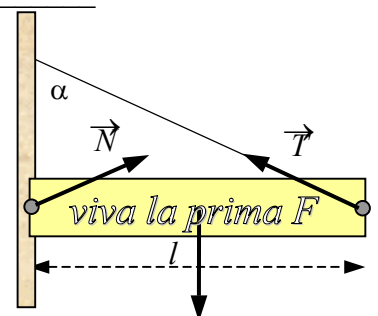
b)  $\cos \alpha =$  \_\_\_\_\_  $\alpha =$  \_\_\_\_\_

c)  $b_3 =$  \_\_\_\_\_  $M_3 =$  \_\_\_\_\_



**4. equilibrio di un corpo rigido**

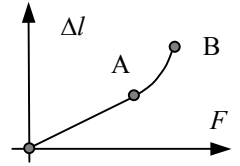
Una insegna di peso  $F = 320 \text{ N}$  e di lunghezza  $l = 2.20 \text{ m}$  è sospesa ad una parete verticale tramite un bullone che le consente di ruotare ed un tirante a fune. La fune forma un angolo  $\alpha = 54.5^\circ$  con la parete verticale. Indicata con  $\vec{T}$  la tensione della fune e con  $\vec{N}$  la reazione vincolare del bullone: a) Determinare il modulo  $T$  della tensione applicando l'annullamento dei momenti b) Le componenti  $N_x$  e  $N_y$  della reazione vincolare  $\vec{N}$  sfruttando l'annullamento della risultante.





Nome e cognome: \_\_\_\_\_ 15 marzo 2005 forze ed equilibrio 1F Pni

1) Un filo di acciaio viene sottoposto a trazione con forze via via crescenti e per effetto delle forze applicate si allunga. Nel diagramma qui a lato viene rappresentato il suo allungamento  $\Delta l = l - l_0$  al variare della forza. a) Cosa sta accadendo nel tratto AB all'acciaio? b) Dopo che è stato tirato come in AB cosa succede all'acciaio non più sottoposto alla forza?



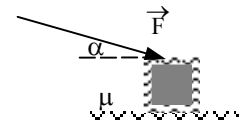
- a) E' stato superato il limite di elasticità e l'allungamento aumenta più rapidamente della forza: l'acciaio perde elasticità e si sta snervando
- b) Si accorcia ma non ritorna più alla lunghezza iniziale

2) Queste tre leggi forniscono la forza d'attrito radente, attrito viscoso, resistenza del mezzo. Scrivi a fianco l'unità di misura delle tre costanti.

$F = \mu N \Rightarrow [\mu] =$  \_\_\_\_\_  $F_v = k v \Rightarrow [k] =$  \_\_\_\_\_  $F_{rm} = h v^2 \Rightarrow [h] =$  \_\_\_\_\_

Numero puro (rapporto di due forze)    N s / m    (rapporto tra una forza e una velocità)    N s<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> (rapporto tra una forza e una velocità al quadrato)

3) Si consideri la situazione illustrata in figura. Se la forza viene dimezzata e l'angolo viene raddoppiato la forza d'attrito è la stessa, è maggiore o è minore? Spiegare la risposta.



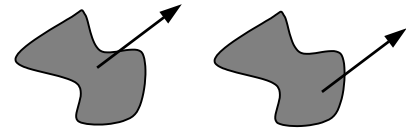
La forza d'attrito è minore; infatti  $F_a = \mu F \sin \alpha$  e quando l'angolo aumenta cresce anche il seno ma non in modo proporzionale all'angolo (più lentamente).

**Nota di correzione:** ci si può aiutare anche con un disegno per vedere che al crescere dell'angolo la componente verticale della forza cresce più lentamente)

4) Quando un liquido è contenuto in un tubo sottile e bagna la parete si osserva che il liquido risale lungo il tubo e si parla di capillarità (dal latino *capillum*). A cosa è dovuto questo fenomeno?

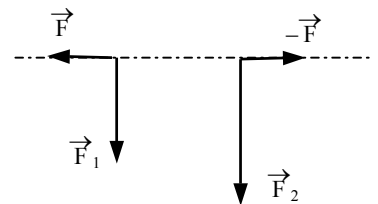
Al fatto che le forze di adesione tra il liquido e la parete sono più grandi delle forze di coesione tra le molecole del liquido (vedi testo)

5) Quando si applica una forza ad un corpo rigido si forniscono oltre alle tre grandezze che definiscono qualsiasi vettore (direzione, verso, modulo) anche la retta di applicazione. Come mai? La figura qui a lato ti aiuta a rispondere.



Perché le due forze considerate, che pure sono lo stesso vettore, producono effetti diversi. Non a caso il capitolo sulla forza, nelle dispense, è intitolato: la forza, un vettore un po' speciale. Il primo corpo trasla, il secondo ruota sotto l'azione combinata della forza applicata e di quella d'attrito.

6) Quando sono assegnate due forze parallele un trucco utilizzato per trovare graficamente la risultante consiste nell'aggiungere due forze  $\vec{F}$  e  $-\vec{F}$  con la stessa retta di applicazione. Qual è il vantaggio a fare così. Rispondere in maniera discorsiva.



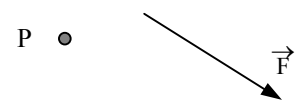
Premesso che le forze non producono modifiche perché si equilibrano e hanno la stessa retta d'applicazione, è ora possibile calcolare la risultante. Infatti  $\vec{F}_1$  con  $\vec{F}$  e  $\vec{F}_2$  con  $-\vec{F}$  producono due forze non più parallele ma concorrenti. Basta allora farle scorrere lungo la retta di applicazione e calcolare la risultante nel punto di incontro.

7) Qual è la condizione di equilibrio per un corpo rigido cui sono applicate delle forze? Si devono annullare la somma vettoriale delle forze e la somma algebrica dei momenti. Quest'ultima, se si verifica la prima condizione, è indipendente dal polo rispetto a cui si calcolano i momenti.

8) Un corpo di peso  $F$  è appoggiato su un piano inclinato caratterizzato da coefficiente d'attrito  $\mu$  e di inclinazione  $\alpha$ . a) Che relazione esiste tra  $\alpha$  e  $\mu$  in condizione di moto incipiente? b) la relazione precedente se il corpo è in moto con velocità costante a quale relazione tra le forze corrisponde?

a)  $\mu = \tan \alpha$  b) in questo caso la componente tangenziale della forza peso  $mg \sin \alpha$  risulta uguale ed opposta alla forza d'attrito  $\mu mg \cos \alpha$

9) Dai la definizione di momento di una forza rispetto ad un punto P dopo aver completato la figura ed utilizza nella risposta i simboli indicati sulla figura.

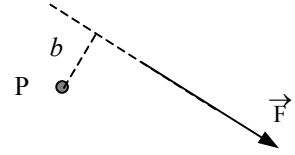


$M =$  \_\_\_\_\_. In questo caso il segno del momento è \_\_\_\_\_.



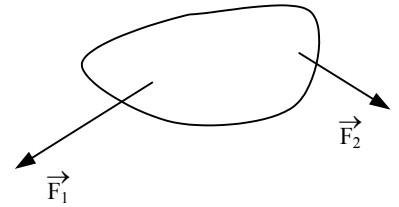
Nome e cognome: \_\_\_\_\_ 15 gennaio 2007 1F PNI: vettori ed equilibrio

1. Momento di una forza; ricordando che abbiamo convenuto di considerare positivi i momenti antiorari e con riferimento alla figura si ha:



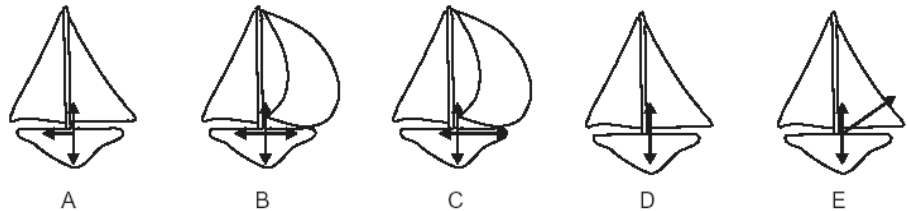
- a)  $M = F b$
- b)  $M = - F b$
- c)  $M$  non dipende dalla posizione di  $P$
- d) Spostando la forza lungo la sua retta di applicazione il momento cambia

2. Equilibrio delle forze. Per trovare la risultante delle forze  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$



- a) Bisogna spostare  $\vec{F}_2$  sulla punta di  $\vec{F}_1$  e disegnare il segmento che va dalla coda di  $\vec{F}_1$  alla punta di  $\vec{F}_2$
- b) Bisogna fare come in a ma la forza da spostare è  $\vec{F}_1$
- c) Bisogna far scorrere  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$  lungo le rette di applicazione sino al loro punto di intersezione e poi sommare i due vettori
- d) Bisogna applicare l'equazione dei momenti o la *golden rule*

3. Tra i seguenti diagrammi di forze applicate a una barca a vela che si sta spostando verso destra scegli quello più appropriato per il momento in cui il vento è bruscamente cessato (considera trascurabile la resistenza dell'aria ma non quella dell'acqua)



4. Sono assegnati quattro vettori come in figura. Su di essi vengono fatte le seguenti tre affermazioni:

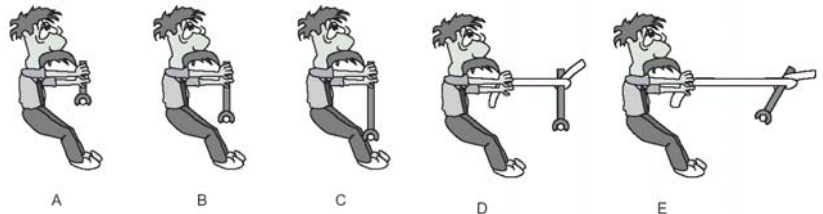


I  $|\vec{a} - \vec{b}| > |\vec{c} - \vec{d}|$       II  $|\vec{a} + \vec{b}| > |\vec{c} + \vec{d}|$       III  $(\vec{a} + \vec{b}) + (\vec{b} - \vec{a}) = 2\vec{b}$

Quale delle seguenti terne di affermazioni è quella vera?

- A: vvv      B: vfv      C: fvv      D: fvf      E: ffv

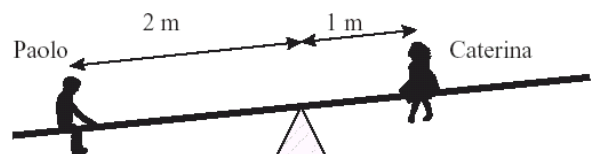
5. Pierino ha qualche difficoltà a svitare il dado con la chiave inglese. In tutte le situazioni raffigurate Pierino ci mette la stessa forza ma solamente in un caso ottiene un effetto migliore che in tutti gli altri: quale? ... *Rifletti sul momento*



6. Si sa che  $\vec{a} + \vec{b} = \vec{a} - \vec{b}$  Quale delle seguenti affermazioni relative alla relazione è vera?

- A: solo se  $\vec{b} = 0$
- B: solo se  $\vec{a} = 0$  e  $\vec{b} = 0$
- C: non può mai accadere
- D:  $|\vec{a}| = |\vec{b}|$
- E: Se i due vettori sono i lati consecutivi di un quadrato

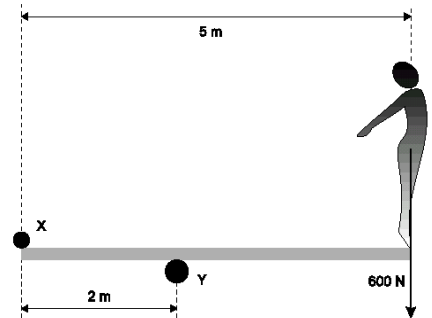
7. Paolo e Caterina tentano di bilanciarsi su un asse impennato ad un fulcro nel suo centro stando seduti nelle posizioni indicate nella seguente figura. Paolo ha una massa di 40 kg e Caterina invece ha 70 kg.



Quale delle seguenti azioni pensi che li aiuterebbe a bilanciarsi? ...

- A ... Dare a Paolo una massa di 5 kg.
- B ... Dare a Caterina una massa di 5kg.
- C ... Dare a Paolo una massa di 10 kg.
- D Dare a Caterina una massa di 10 kg.
- E...Dare a Paolo una massa di 30 kg.

8. In figura è mostrata una tuffatrice su un trampolino. L'asse del trampolino è sostenuta da due sbarre, X e Y. La ragazza è ferma all'estremità dell'asse e il suo peso è 600 N: quali forze sono esercitate dalle sbarre sull'asse del trampolino? Trascura il peso del trampolino. ... (Juniore 1999)

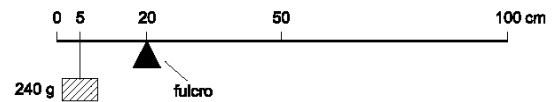


- da X, verso il basso      da Y, verso l'alto*
- A ...      400 N                      1000 N
  - B ...      600 N                      1200 N
  - C ...      900 N                      600 N
  - D ...      900 N                      1500 N

9. I due vettori  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  hanno come componenti  $\vec{a} \equiv (2,3)$  e  $\vec{b} \equiv (-1,2)$  allora si può dire che

- A:  $(\vec{a} + \vec{b}) \equiv (3,5)$
- B:  $\vec{a}$  è parallelo a  $\vec{b}$
- C:  $\vec{a}$  è perpendicolare a  $\vec{b}$
- D:  $|\vec{a} - \vec{b}| \approx 3.2$
- E:  $(\vec{a} - \vec{b}) \equiv (3,-5)$

10. In figura è schematizzata un'asta graduata omogenea e lunga un metro; l'asta è appoggiata ad un fulcro che non sta nel suo centro di massa e viene quindi tenuta in equilibrio sospendendovi, sulla linea dei 5cm, una massa di 240 g. Qual è la massa dell'asta? ...

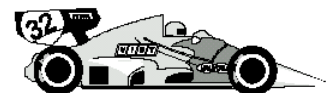


- A ... 12g
- B ... 24g
- C ... 45g
- D ... 120g
- E ... 72g

11. Il vettore  $\vec{a}$  ha come componenti  $\equiv (-2,3)$ . Quale di queste affermazioni è esatta?

- A:  $-\vec{a} \equiv (2,3)$
- B:  $-\vec{a} \equiv (-2,-3)$
- C:  $|\vec{a}| = a \approx 3.6$  e  $\theta \approx -56^\circ$
- D:  $|\vec{a}| = 5$  e  $\theta \approx 124$
- E:  $\vec{a}$  è parallelo a  $\vec{b} \equiv (1,-3/2)$

12. Nella figura è rappresentata un'auto da corsa. Dove viene situato il suo baricentro da chi progetta l'automobile, e perché? ...

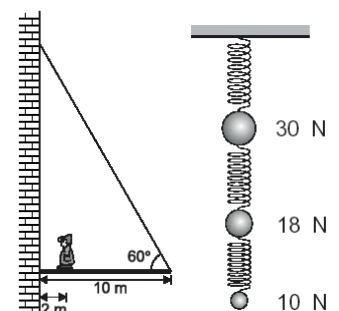


- |                          |  |
|--------------------------|--|
| Dove?                    | Perché?                                  |
| A Più in alto possibile  | Per dare all'auto maggiore accelerazione |
| B Più in alto possibile  | Per dare all'auto maggiore stabilità     |
| C Più in basso possibile | Per dare all'auto maggiore accelerazione |
| D Più in basso possibile | Per dare all'auto maggiore stabilità     |

13. Una molla leggera viene tagliata in due parti, una di lunghezza doppia dell'altra. Il grafico forza-allungamento relativo alla molla più corta è risultato lineare sino ad un carico W. Per l'altra molla quali delle seguenti affermazioni sono vere? 1) Il grafico è lineare solo fino ad un carico pari a  $\frac{1}{2} W$ . 2) La costante della seconda molla è diversa. 3) Per un dato carico, l'allungamento della molla più lunga è doppio. ...

- A ... Tutte e tre
- B ... Solo la 1 e la 2
- C ... Solo la 2 e la 3
- D ... Solo la 1
- E ... Solo la 3

14. Una trave del peso di 400N è incernierata in un muro ed è lunga 10 m. L'estremità della trave è sostenuta da un cavo fissato al muro in modo da formare un angolo di  $60^\circ$ . Qual è la tensione del cavo quando una persona che pesa 500N sta ferma in piedi sulla trave a 2m dal muro? ... (I livello 1996)



- A ... 0 N
- B ... 289 N
- C ... 347 N
- D ... 519 N

E ... 808 N

15. Tre sfere pesano rispettivamente 30 N, 18 N e 10 N e sono collegate ad un supporto rigido per mezzo di molle identiche, di massa trascurabile, come

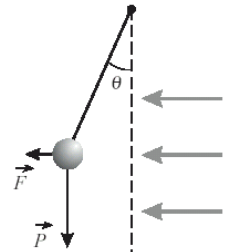
mostrato in figura. La costante elastica di ciascuna molla è 1 N/mm. L'allungamento della molla centrale è: ... (livello 1997)

- A ... 8 mm      B ... 12 mm      C ... 18 mm      D ... 28 mm      E ... 58 mm

16. Su un piano inclinato di angolo alla base  $\theta$  è appoggiato un corpo di peso  $\vec{p}$  e ad esso è applicata una forza orizzontale  $\vec{F}$ . Si indica con  $\vec{N}$  la reazione vincolare esercitata dal piano. Quale delle seguenti affermazioni è quella corretta?

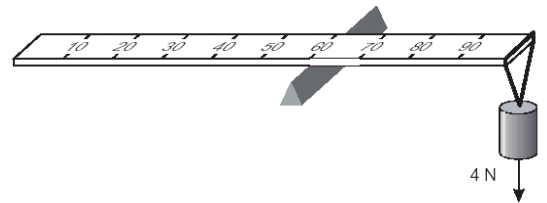
- A:  $F \cos \theta = p \sin \theta$       B:  $N = p \cos \theta$       C:  $N = p \cos \theta + F \sin \theta$       D:  $N = p \sin \theta - F \cos \theta$

17. Una sferetta di peso  $P$  è appesa a una cordicella sottile. In presenza di una forte corrente d'aria che soffia orizzontalmente, il cui effetto è quello di esercitare una forza costante  $F$  sulla sferetta, il filo forma un angolo  $\theta$  con la verticale, come indicato nella figura. Qual è l'equazione corretta che lega  $\theta$ ,  $F$  e  $P$ ?



- A ...  $\cos \theta = F/P$       B ...  $\sin \theta = F/P$       C ...  $\cos \theta = P/F$   
 D ...  $\sin \theta = P/F$       E ...  $\tan \theta = F/P$

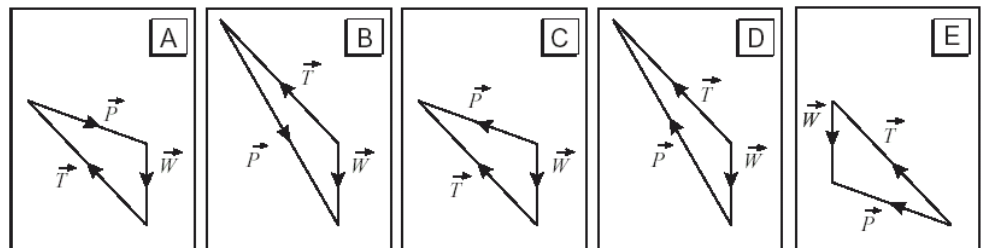
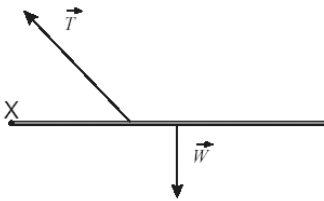
18. Un'asta metrica lunga un metro e del peso di 2N può ruotare attorno a un asse orizzontale in corrispondenza del segno di 60 cm. Un oggetto pesante 4N viene appeso a un'estremità dell'asta, come in figura, provocandone la rotazione attorno al fulcro. Quando l'asta è orizzontale, quanto vale in valore assoluto il momento delle forze applicate, rispetto al fulcro?



- A ... zero      B ... 1.2 Nm      C ... 1.4 Nm  
 D ... 1.6 Nm      E ... 1.8 Nm

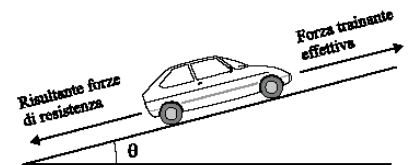
19. Il diagramma mostra il braccio di una gru. Sul braccio

agiscono solo tre forze la tensione  $\vec{T}$  esercitata dal cavo di sostegno, il peso  $\vec{W}$  del braccio e la forza  $\vec{P}$ , non mostrata agente nel punto X. Il braccio della gru è in equilibrio. Qual è, tra i seguenti, il



triangolo delle forze corretto.

20. Un'automobile di massa  $m$  risale a velocità costante un pendio che forma un angolo  $\theta$  con l'orizzontale, come mostrato in figura. Se  $F$  è l'intensità risultante delle forze di resistenza agenti sull'automobile, la forza effettiva dovuta al motore e capace di mantenere costante la velocità, cioè di produrre equilibrio, è

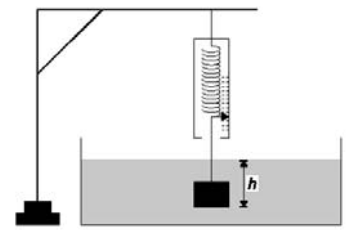


- A:  $mg \cos \theta + F$       B:  $mg \cos \theta - F$       C:  $mg \sin \theta + F$   
 D:  $mg \sin \theta - F$       E:  $mg + F \sin \theta$

1	2	3	4
A <b>B</b> C D E	A B <b>C</b> D E	<b>A</b> B C D E	A B <b>C</b> D E
5	6	7	8
A B <b>C</b> D E	<b>A</b> B C D E	A B C <b>D</b> E	A B C <b>D</b> E
9	10	11	12
A B C <b>D</b> E	A B C <b>D</b> E	A B C D <b>E</b>	A B C <b>D</b> E
13	14	15	16
A B <b>C</b> D E	A B <b>C</b> D E	A B C <b>D</b> E	<b>A</b> B C D E
17	18	19	20
A B C D <b>E</b>	A B <b>C</b> D E	<b>A</b> B C D E	A B <b>C</b> D E

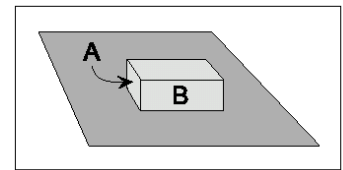
## 1F PNI 24 febbraio 2007 Equilibrio corpi rigidi e fluidi

1. Un piccolo cubo di metallo è sospeso ad un dinamometro e si trova immerso ad una profondità  $h$  dalla superficie di un liquido in un grande recipiente. Quali delle seguenti affermazioni sono corrette?



I - Il valore letto sul dinamometro corrisponde al peso in aria perché la forza di Archimede è trascurabile dato che il cubo è piccolo. II - La spinta di Archimede non agisce poiché la densità del ferro è maggiore di quella dell'acqua. III La densità relativa del metallo rispetto all'acqua è pari al rapporto tra il peso del blocco in aria e il peso del blocco in acqua  
A ... VFV      B ... FVV      C ... FFF      D ... FFV      E ... FVF

2. Nella figura, le superfici A e B del blocco di legno hanno lo stesso grado di levigatura. L'area della superficie B è doppia di quella della superficie A. Se  $F$  è la forza necessaria a far muovere con velocità costante il blocco con la superficie A a contatto, la forza necessaria per far scivolare il blocco quando è appoggiata la superficie B vale:

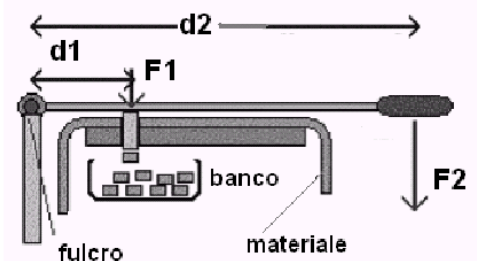


A ...  $F$       B ...  $2F$       C ...  $F/2$       D ...  $4F$       E ... non è determinabile se non è noto il coefficiente d'attrito

3. Su una sbarra orizzontale lunga 1 m sono applicate negli estremi due forze verticali entrambe orientate verso il basso e di intensità rispettivamente 10 N e 30 N. A distanza di 30 cm dall'estremo di sinistra viene applicata una forza verticale orientata verso l'alto di 40 N. Vengono fatte le seguenti affermazioni I Il sistema è in equilibrio II Per metterlo in equilibrio occorre applicare una coppia di forze di 180 Nm III Il sistema non può essere equilibrato perché non viene specificato un fulcro.

A ... FVF      B ... VFF      C ... FFV      D ... FFF      E ... VVF

4. Il disegno qui a lato mostra una semplice macchina che serve per forare con un punzone fogli di lamiera o di altri materiali. Per fare i fori la leva viene spinta in basso mediante la maniglia che si trova a destra di chi guarda. Per forare la lamiera si deve esercitare una forza  $F_1$ . Fissando la distanza  $d_1$  del punzone dal fulcro basta una forza  $F_2$ , a spingere la maniglia in basso ed ottenere il foro. Quali affermazioni sono esatte



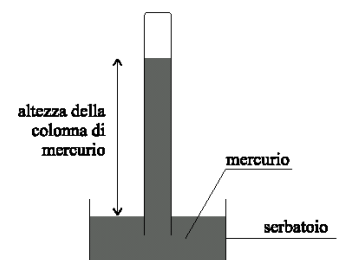
I Si tratta di una leva svantaggiosa II Se si aumenta  $d_1$  bisogna aumentare anche  $F_2$ . III Non si può prendere  $d_1 \ll d_2$  perché si potrebbe rompere il fulcro.

A ... FVF      B ... FFF      C ... VVV      D ... VFV      E ... FVV

5. Quando un corpo sferico di raggio  $r$  cade a bassa velocità  $v$  in un fluido la forza d'attrito è data dalla relazione  $F = 6\pi\eta vr$ . La quantità  $\eta$  è tipica del fluido ed è detta viscosità Si consideri la verità delle seguenti affermazioni I la viscosità si misura in Pa·s II La viscosità dipende anche dalle caratteristiche della sferetta III La viscosità aumenta al crescere della temperatura

A... FFF      B... VVV      C... VFV      D... VFF      E... FFV

6. In un barometro a liquido si misura la pressione che si esercita sul liquido attraverso l'altezza di una colonna di liquido collocato in una provetta che viene rovesciata nel liquido medesimo. I l'altezza della colonna è inversamente proporzionale alla densità del liquido II Se si usa acqua e si misura la pressione atmosferica l'altezza della colonna è poco superiore ai 10 m III La zona sopra la colonna contiene aria alla pressione atmosferica



A... FFF      B... VVF      C... VFV      D... FVF      E... VFV

7. Quando un corpo di volume  $1.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  è appeso in aria ad un dinamometro, lo strumento indica 5.0N. Che cosa indicherebbe lo stesso dinamometro se il corpo

fosse immerso in un liquido di densità  $800 \text{ kgm}^{-3}$  assumendo che l'accelerazione di gravità sia  $g = 10 \text{ N/kg}$ ? ... (I livello 1997)

- A ... Zero      B ... 1.6N      C ... 3.4N      D ... 4.8N      E ... 5.0N

8. Un blocco omogeneo di volume  $V = 0.625 \text{ dm}^3$  ha un peso di 5 N. Si assuma per la accelerazione di gravità il valore di 10 N/kg. Si vuole studiarne il comportamento quando viene immerso in acqua.

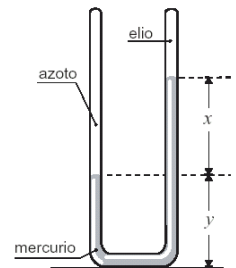
- A ... il corpo è emerso per l'80%      B ... il corpo è emerso per il 20%  
 C ... il corpo va a fondo      D ... Non si può decidere perché non si sa la sua densità  
 E ... il corpo è immerso per il 50 %

9. Alla fossa delle Marianne l'oceano ha una profondità di circa 10'000 metri. Quanto vale la forza premente su un oblò del batiscafo supponendo che esso abbia una raggio di 10 dm?

- A...  $3 \cdot 10^3 \text{ N}$       B...  $3 \cdot 10^4 \text{ N}$       C...  $3 \cdot 10^8 \text{ N}$   
 D... non è determinabile perché non conosciamo il volume del batiscafo  
 E ... non è determinabile perché negli strati profondi l'acqua è molto più densa.

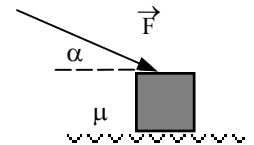
10. Il tubo a U è chiuso agli estremi e contiene due gas diversi.

- A ... I due gas sono alla medesima pressione e la differenza di livello nel mercurio è dovuta a differenze di densità di azoto ed elio  
 B ... la pressione dell'elio è proporzionale a  $x + y$   
 C ... la differenza di pressione tra i due gas è proporzionale a  $x + y$   
 D ... la differenza di pressione tra i due gas non dipende dal valore di  $y$   
 E ... la pressione dell'azoto è minore di quella dell'elio



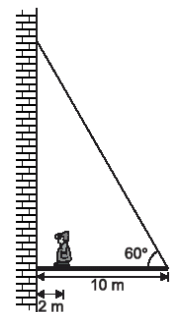
11. Un corpo di peso trascurabile si muove sotto l'azione della forza  $\vec{F}$  che forma l'angolo  $\alpha$  con l'orizzontale.

- A ... La forza d'attrito è trascurabile perché il peso è trascurabile  
 B ... La forza d'attrito vale  $\mu F$   
 C ... la forza d'attrito vale  $F \tan \alpha$   
 D ... La forza d'attrito vale  $\mu F \sin \alpha$   
 E ... La forza d'attrito non è calcolabile perché non si può trovare la forza premente



12. Nella figura considerata si sa che la persona indicata pesa 600 N, che la tensione nella fune è di 700 N. Quanto pesa la trave?

- A ... 970 N      B ... 1450 N      C ... 1160 N      D ... 300 N  
 E ... non è calcolabile perché non si conosce la reazione vincolare del muro



13. La pressione atmosferica decresce con la quota con un andamento non lineare; per la precisione la differenza di pressione che si ha tra 2'000 e 3'000 metri di quota è molto più grande di quella che si ha tra 20'000 e 21'000 metri. Una sola delle seguenti interpretazioni è quella giusta

- A ... per i gas non vale la legge di Stevin  
 B ... a bassa quota si ha l'effetto di tutta l'aria che sta sopra mentre in alta quota di aria non ce n'è quasi più  
 C ... a bassa quota la densità dell'aria è più grande perché l'aria è compressa dagli strati superiori  
 D ... è un effetto della circolazione atmosferica  
 E ... è un effetto della presenza del vapor d'acqua negli strati più bassi della atmosfera

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Esatte	Errate			Mancanti				Punti				