

3F 4/12/02 conoscenze peso

1. Dare la definizione del peso e , alla luce della II legge della dinamica, spiegare perché il peso di un corpo cambia se ci si trova entro un sistema accelerato rispetto ad un riferimento inerziale.
2. Su quali proprietà del peso si basa la definizione di massa gravitazionale?
3. Il peso e la forza di gravità non sono la stessa cosa; discutere l'argomento.
4. Che differenza c'è a definire la densità come M/V o come $\delta M/\delta V$?

3F 4/12/02 conoscenze II legge della dinamica

1. Un corpo di massa m è apparentemente soggetto a forze di risultante nulla ma non si muove di moto rettilineo uniforme. Si possono fare due ipotesi esplicative. Quali?
2. Definizione e principali proprietà della massa inerziale.
3. Quando si dice che il rapporto tra massa inerziale e massa gravitazionale è costante ci si riferisce ad ogni singolo corpo o a tutti i corpi? Discutere l'argomento.
4. In quali contesti è possibile affermare che le forze si trasmettono inalterate lungo le funi?

3F 4/12/02 competenze attrito

1. Nelle applicazioni della dinamica che coinvolgono la forza di attrito statico bisogna porre $F_{as} \leq \mu R_n$. Perché si usa il \leq e non $=$? Discutere l'argomento.
2. Perché per fare le curve ci si piega verso l'interno?
3. Enuncia le leggi che definiscono la resistenza viscosa e la resistenza del mezzo spiegando a cosa corrispondono i simboli usati.
4. Cos'è e come si trova la velocità limite?
5. Per trovare la velocità limite bisogna decidere preventivamente se ci si trova in regime viscoso o di resistenza del mezzo. Dopo aver trovato la velocità limite cosa bisogna fare?

3F 17/2/2000 Forze e peso gr. A

1. Utilizzando le argomentazioni del testo citare qualche significato della parola forza e quale sia il significato che le si dà in fisica
2. Spiegare la ragione per cui si è stabilito di utilizzare le molle come indicatori dell'azione di una forza
3. Con riferimento alla legge di Hooke definire lo sforzo, il modulo di allungamento e il concetto di sforzo massimo. Dare qualche valore tipico del modulo di allungamento
4. Perché con riferimento alla forza si dice che è un *vettore speciale*?
5. Perché dire che la risultante di un sistema di forze applicate ad un corpo rigido è nulla è una condizione necessaria ma non sufficiente per l'equilibrio (spiegare sia la necessità che la non sufficienza).
6. Sono date due forze parallele e discordi F_1 e F_2 applicate ad un corpo rigido lungo rette d'applicazione diverse. Dove si trova la risultante R e quanto vale?
7. Illustrare le principali proprietà di natura sperimentale del peso di un corpo soffermandosi su quella che consente di definire la massa gravitazionale.
8. Cosa si intende dicendo che il peso e la forza di gravità si identificano nella maggior parte dei casi.
9. Spiegare come mai la bilancia a braccia uguali possa prestarsi bene ad essere utilizzata per misurare le masse e spiegare come si possa effettuare una misura di massa gravitazionale usando una bilancia a molla.

3F 17/2/2000 Forze e peso gr. B

1. Spiegare i due significati equivalenti che si danno alla parola forza in fisica (nel senso statico e nel senso dinamico).
2. Esporre la legge di Hooke: enunciato, grandezze coinvolte, ambito di validità
3. Dato un cilindro di dimensioni note di un certo materiale sottoposto ad una forza di trazione, descrivere le operazioni ed i controlli da compiere per sapere se si allunga elasticamente e di quanto si allunga.
4. Se è vero che le forze di interazione compaiono sempre a coppie con la stessa direzione, intensità e con verso opposto, come è possibile che dalla interazione possa scaturire un movimento in precedenza assente
5. Data una forza F collocata in un piano lungo una retta r dare la definizione di momento della forza rispetto ad un punto P.
6. Perché quando si studia l'equilibrio di un corpo rigido nel calcolare il momento ci si può riferire ad un punto qualsiasi? Con che criterio si sceglie il punto?
7. Dare la definizione di peso di un corpo
8. Illustrare le principali proprietà di natura sperimentale del peso di un corpo soffermandosi su quella che consente di definire la massa gravitazionale.
9. Spiegare perché sarebbe gravemente sbagliato dare una definizione di unità di forza attraverso il peso di un corpo campione.

febbraio 2000 3G II legge dinamica

In tutto il compito è sottinteso che si opera in un sistema di riferimento inerziale e non occorre una ulteriore specificazione

1. Come viene definita la *massa inerziale* di un corpo puntiforme?
2. Perché la II legge della dinamica è considerata *fondamentale* in meccanica?
3. In base a quale fatto sperimentale si può affermare che le forze si sommano dinamicamente con legge vettoriale cioè che $\mathbf{F}_1 \oplus \mathbf{F}_2 = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2$?
4. In base a quale fatto sperimentale si può affermare che le masse inerziali si sommano con legge scalare cioè che $m_1 \oplus m_2 = m_1 + m_2$?
5. Dato un sistema fisico composto da più corpi tra loro interagenti cosa si intende con *diagramma del corpo libero di un singolo corpo* costituente il sistema?
6. Indicata con M la massa gravitazionale e con m la massa inerziale, come si arriva ad affermare che per ogni coppia di corpi si ha $\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2}$?
7. Dopo aver stabilito il punto precedente come si arriva a stabilire che $m = M$ per qualsiasi corpo?
8. Su un piano inclinato di apertura α è appoggiato un corpo di massa m su cui, oltre al peso, agiscono la reazione vincolare \mathbf{N} e una forza esterna orizzontale \mathbf{F} orientata in salita. Disegnare il diagramma del corpo libero, e attraverso il calcolo di R_t e R_n determinare N e dimostrare che il valore di F per il quale il sistema è in equilibrio vale $mg \operatorname{tg} \alpha$ (ricordare che $\sin \alpha / \cos \alpha = \operatorname{tg} \alpha$).
9. Come è noto non si riesce mai a far girare di moto uniforme una pietra sospesa ad una fune, su traiettorie circolari in un piano verticale. Alla luce della II legge della dinamica e della analisi delle forze in gioco spiegare la ragione di questo fatto. (*Se il moto fosse uniforme, la accelerazione sarebbe centripeta e dunque la risultante delle forze ...*).

1~2	2~2	3~2	4~2	5~2	6~3	7~2	8~4	9~3	Tot~22
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--------

Compito 21/02/02: 3F applicazioni dinamica e attrito

TEST A SCELTA MULTIPLA

Negli item una sola risposta delle 4 è vera: individuarla e segnare nella griglia solo essa. Risposte esatte +5; mancanti +1; errate 0

[1.] a) Se un corpo è soggetto all'azione di una forza costante allora il suo moto è rettilineo. b) I cambiamenti di direzione di un moto sono sempre dovuti all'azione di una forza variabile. c) L'aspetto sperimentale della II legge della dinamica consiste nella proporzionalità tra accelerazione di un corpo e forza applicata. d) La proporzionalità tra forza e accelerazione vale solo quando il moto è rettilineo. ¹

[2.] a) La proporzionalità tra forza e accelerazione si riferisce solo al caso di forze costanti perché, nel caso di forze variabili, il corpo, per inerzia non si adatta istantaneamente alle variazioni di forza. b) La proporzionalità tra forza e accelerazione è indipendente dalla velocità con cui si muove il corpo per qualsiasi valore della velocità v . c) La II legge è valida in qualsiasi tipo di sistema di riferimento. d) Come conseguenza della II legge della dinamica possiamo affermare che per determinare il moto circolare uniforme occorre una forza perpendicolare alla velocità. ²

[3.] a) Il carattere vettoriale della forza può essere pienamente affermato solo dopo la formulazione della II legge della dinamica. b) A parità di forza la massa e la accelerazione sono sempre direttamente proporzionali. c) Se si indica con \mathbf{a}_1 la accelerazione con cui si muove un corpo di massa m_1 quando viene sottoposto a una forza \mathbf{F} e con \mathbf{a}_2 la accelerazione con cui si muove un corpo di massa m_2 quando viene sottoposto a una forza \mathbf{F} , la accelerazione con cui si muove il sistema delle due masse sottoposto alla stessa forza non può essere scritta attraverso le sole accelerazioni \mathbf{a}_1 e \mathbf{a}_2 . d) Se si applica una forza \mathbf{F}_1 ad un corpo di massa m_1 che si muove con accelerazione \mathbf{a}_1 e una forza \mathbf{F}_2 ad un corpo di massa m_2 che si muove con accelerazione \mathbf{a}_2 , applicando la forza $\mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2$ al sistema costituito dai due corpi si ha $\mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 = (m_1 + m_2)(\mathbf{a}_1 + \mathbf{a}_2)$. ³

[4.] a) Affinché un corpo sottoposto ad una forza \mathbf{F} variabile possa percorrere una traiettoria curvilinea bisogna che la forza sia sempre diretta verso l'interno della curvatura. b) Un corpo dotato di velocità \mathbf{v} cui si applica una forza che rimane sempre perpendicolare alla velocità si muove necessariamente di moto circolare uniforme. c) Un corpo soggetto ad una forza costante in direzione verso e intensità si può muovere solo di moto rettilineo. d) Quando si applica una forza \mathbf{F} a due corpi rigidi a contatto allora la forza con cui il primo corpo spinge il secondo è sempre \mathbf{F} perché le forze si trasmettono inalterate lungo i corpi rigidi. ⁴

[5.] a) Le funi trasmettono sempre le forze applicate negli estremi in maniera inalterata. b) Un corpo di massa m posto su un piano inclinato di angolo α si muove per effetto del peso \mathbf{P} con una accelerazione pari a $g \sin \alpha$. c) Le reazioni vincolari, dato un vincolo sono univocamente determinate. d) La reazione vincolare di un vincolo piano che obbliga il corpo a scorrere lungo di esso è pari alla componente del peso del corpo in direzione perpendicolare al piano. ⁵

[6.] a) Il fatto che il peso risulti proporzionale alla massa inerziale è una immediata conseguenza della II legge della dinamica. b) La massa inerziale e quella gravitazionale hanno un valore connotativo diverso ma risultano sempre proporzionali. La costante di proporzionalità dipende dal corpo considerato. c) La massa inerziale e la massa gravitazionale, pur essendo grandezze diverse, possono essere identificate scegliendo opportunamente le unità di misura. d) L'unità di misura della massa si fissa attraverso l'unità di forza. ⁶

[7.] a) Il chilogrammo massa è la massa di 1 chilogrammo peso b) La forza di 1 N = 0.1 kg_p c) Il chilogrammo peso kg_p è una cattiva unità perché dipende dal valore locale di g . d) In un sistema in moto accelerato si provano sensazioni di appesantimento o alleggerimento, ma comunque il peso coincide con la forza di gravità. ⁷

[8.] a) Il problema fondamentale della dinamica consiste nel determinare le forze che agiscono su un dato sistema fisico. b) Per risolvere il problema fondamentale della dinamica si utilizza nei calcoli il metodo della tangente. c) Un corpo soggetto all'azione della sola forza di gravità si muove lungo l'orizzontale di moto rettilineo uniforme indipendentemente dalle condizioni iniziali. d) Un corpo soggetto all'azione della sola forza di gravità si può muovere di moto rettilineo solo se $v_{0x} = v_{0y} = 0$. ⁸

[9.] a) La forza d'attrito impedisce il movimento. b) La forza d'attrito rispetta la III legge della dinamica. c) La forza d'attrito statico tra due corpi è sempre proporzionale alla forza esercitata tra i due corpi in direzione normale

alla superficie di contatto. d) Una volta che siano assegnate le caratteristiche delle superfici di contatto e le forze che agiscono in direzione perpendicolare alle stesse, la forza d'attrito statico è completamente determinata. ⁹

[10.] a) La forza d'attrito massima tra due superfici è proporzionale alla forza applicata in direzione perpendicolare alle superfici. b) La forza d'attrito statico tra due materiali dipende dalla estensione della superficie di appoggio. c) Il coefficiente d'attrito ha le dimensioni di una pressione d) Il coefficiente d'attrito statico diminuisce sempre man mano che aumenta il grado di finitura delle superfici a contatto. ¹⁰

[11.] a) Il coefficiente di attrito statico può essere determinato misurando con un dinamometro la forza orizzontale minima necessaria a mettere in moto un corpo in quiete e rapportandola con la forza peso. b) Su un piano inclinato di inclinazione φ si ha sempre $\tan \varphi = \mu_s$. c) Il coefficiente d'attrito ha un valore dipendente dal sistema di unità di misura scelto. d) Mentre la forza d'attrito statico ha un valore variabile da 0 a un valore massimo quella d'attrito dinamico ha un valore fissato una volta che siano note la forza in direzione perpendicolare al vincolo e le caratteristiche delle superfici a contatto. ¹¹

[12.] a) Quando un corpo sale lungo un piano inclinato in presenza di attrito e si arresta non può mai ridiscendere spontaneamente perché $\mu_s > \mu_d$. b) Se si indica con α l'angolo di inclinazione di un piano su cui può scivolare un corpo di coefficienti d'attrito μ_d il corpo non riesce a salire sul piano se $\tan \alpha > \mu_d$. c) La forza d'attrito radente e la forza d'attrito volvente hanno, solitamente lo stesso ordine di grandezza. d) Quando si percorre una curva di raggio r bisogna piegarsi verso l'interno della traiettoria. ¹²

[13.] a) La velocità massima a cui si può affrontare una curva si ottiene dalla relazione $\frac{mv^2}{r} \geq \mu mg$ b) Nelle relazioni in cui si discute la tenuta in curva il coefficiente d'attrito è quello dinamico. c) Nelle relazioni in cui si discute la tenuta in curva il coefficiente d'attrito è da riferire all'attrito volvente d) Se ci si piega dell'angolo corretto rispetto alla velocità ed al raggio di curvatura è il moto stesso a far curvare la ruota. ¹³

[14.] a) La viscosità ha le dimensioni di una pressione b) In un fluido il rapporto tra lo sforzo tangenziale ed il gradiente di velocità è costante e si chiama viscosità del fluido. c) Lo sforzo tangenziale è la misura della forza d'attrito relativa ad una superficie σ d) La forza di attrito viscoso su una sfera di raggio r è proporzionale a r^2 ¹⁴

[15.] a) La resistenza del fluido verso un corpo che si muove al suo interno dipende da una resistenza viscosa e da una resistenza da pressione e normalmente la seconda predomina sulla prima b) La resistenza alla pressione dipende dalla forma del corpo ed è proporzionale alla densità del fluido, alla sezione trasversale del corpo ed alla velocità c) La resistenza viscosa è proporzionale alla velocità del corpo, alla viscosità del fluido e ad una dimensione caratteristica del corpo ma non dipende dalla forma del corpo stesso. d) La forma del corpo immerso influenza molto notevolmente la resistenza alla pressione perché determina la comparsa o meno di vortici nella parte posteriore del corpo. ¹⁵

QUESITI

Rispondere in non più di 5 righe a 4 dei seguenti quesiti e indicare nella griglia il numero del quesito prescelto: sino a 10 punti per risposta

1. Si discuta la differenza sul piano connotativo tra massa inerziale e massa gravitazionale.
2. Spiegare in quali casi un corpo soggetto ad una forza \mathbf{F} costante si muove di moto rettilineo. In tale caso di che moto si tratta?
3. Spiegare quale sia il vantaggio di scrivere la II legge della dinamica nella forma: $\mathbf{F} = \frac{\delta \mathbf{p}}{\delta t}$
4. Spiegare perché sia meglio scegliere come grandezza fondamentale una unità di massa piuttosto che una unità di forza e perché sia comunque sbagliato assumere un peso come unità di forza.
5. Precisare quali siano le 3 semplificazioni adottate nello studiare il moto di caduta libera sulla terra.
6. Definire la gittata e spiegare qualitativamente perché essa è proporzionale sia alla velocità iniziale orizzontale sia a quella verticale.
7. Spiegare con considerazioni di ordine microscopico perché la forza d'attrito dinamico è sempre minore di quella d'attrito statico massima.
8. Illustrare il ragionamento che porta a stabilire la equivalenza tra massa inerziale e massa gravitazionale
9. Valori e limiti del determinismo meccanicista

Nome e cognome								21/02/02 3G			applicazioni dinamica e attrito			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	A	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	B	B
C	C	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	D	D
Esatte				Mancanti				Errate				Punti		
N. _____				N. _____				N. _____				N. _____		

- 1 a) Falso: si veda l'esempio del peso b) Falso vedi a c) Vero d) Falso
- 2 a) Falso b) Falso: la proporzionalità cessa man mano che ci si approssima alla velocità della luce nel vuoto c) Falso: vale solo nei sistemi inerziali d) Vero; la condizione è necessaria ma non sufficiente
- 3 a) Vero: si osserva che le forze si compongono con legge vettoriale anche dinamicamente (determinando cioè accelerazioni che si sommano con legge vettoriale). b) Falso: sono inversamente proporzionali. c) Falso: vedi dispensa d) Falso: $F_1 + F_2 = m_1 a_1 + m_2 a_2 \neq (m_1 + m_2)(a_1 + a_2)$
- 4 a) Vero b) Falso: occorre che sia anche $F = \text{costante}$. c) Falso: vedi il caso della forza peso; la traiettoria dipende dalla velocità iniziale d) Falso: basta applicare la II legge per rendersene conto
- 5 a) Falso: l'affermazione è vera solo se la massa della fune è trascurabile o se non c'è accelerazione. b) Vero. c) Falso le reazioni vincolari sono forze variabili dipendenti dalle forze applicate al sistema d) Falso: bisogna riferirsi non alla componente del peso ma alla componente della risultante
- 6 a) Falso: dipende anche dal fatto sperimentale che tutti i corpi, per effetto del peso cadono con la stessa accelerazione locale b) Falso: la costante è la stessa per tutti i corpi c) Vero d) Falso: è una unità fondamentale
- 7 a) Falso b) Falso $1 \text{ N} \approx 0.1 \text{ kg}_p$ c) Vero. d) Falso
- 8 a) Falso b) Falso: si usa il metodo dell'area c) Vero d) Falso deve essere $v_{0x} = 0$ mentre non ci sono vincoli per v_{0y}
- 9 a) Falso: si oppone al moto relativo tra i due corpi a contatto. b) Vero c) Falso: è quella massima ad essere proporzionale d) Falso: si determina quella massima
- 10 a) Vero b) Falso c) Falso: è un numero puro d) Falso quando la finitura è molto buona inizia ad aumentare
- 11 a) Falso: bisogna operare su un piano orizzontale b) Falso: bisogna essere in condizione di moto incipiente c) Falso è un rapporto di 2 forze e dunque non dipende dalle unità d) Vero
- 12 a) Falso dipende dalla inclinazione del piano. b) Falso, dipende dalla velocità iniziale. c) Falso: la prima è molto più grande d) Vero
- 13 a) Falso $\frac{mv^2}{r} \leq \mu mg$ b) Falso: è quello statico e la forza d'attrito è quella verso il centro di curvatura c) Falso: è l'attrito radente statico d) Vero
- 14 a) Falso è una pressione per un tempo b) Vero c) Falso: è la forza divisa per la superficie d) Falso: è proporzionale a r
- 15 a) Falso b) Falso: è proporzionale al quadrato della velocità c) Falso: dipende dalla forma. d) Vero

27/4/2000 3G gravitazione e attrito

ATTRITO

a1 In non più di 5 righe delineare gli aspetti principali che caratterizzano la forza d'attrito statico: da cosa dipende e da cosa non dipende

a2 In non più di 10 righe delineare una spiegazione microscopica della forza d'attrito statico dando una spiegazione qualitativa dei seguenti elementi: variabilità della F_s sino ad un valore massimo, non dipendenza dalla superficie di contatto a parità di reazione vincolare, $\mu_s > \mu_d$

a3 Un corpo di massa M su cui è appoggiato un corpo di massa m è caratterizzato da un coefficiente d'attrito μ tra i due corpi. Il primo corpo striscia su un piano orizzontale senza attrito soggetto ad una forza orizzontale F . Spiegare qualitativamente cosa accade al secondo corpo al crescere di F o meglio ancora trovare il valore di F per il quale il secondo corpo inizia a strisciare sul primo.

1 \Rightarrow 3	2 \Rightarrow 4	3 \Rightarrow 5	•	•-	•1/2	
-------------------	-------------------	-------------------	---	----	------	--

GRAVITAZIONE

g1 In non più di 5 righe spiegare in che senso la legge di gravitazione di Newton sia universale nel contesto di universo noto ai tempi di Newton

g2 In non più di 5 righe spiegare come la legge di gravitazione spieghi la accelerazione di gravità alla superficie di un pianeta di raggio R e massa M , e la variabilità della accelerazione stessa.

g3 In non più di 10 righe spiegare i tratti essenziali del ragionamento che porta Newton ad enunciare la legge di gravitazione (quali leggi entrano in gioco?).

g4 Dimostrare che il periodo di rotazione di un satellite in orbita a distanza r dal centro di un pianeta di massa M vale $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$. Indicata con h l'altezza dalla superficie e con R il raggio del pianeta trovare il valore di h per il quale T abbia un valore assegnato.

1 \Rightarrow 3	2 \Rightarrow 3	3 \Rightarrow 4	4 \Rightarrow 5	•	•-	•1/2	
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	---	----	------	--

3F PNI 7/5/2003: forze apparenti

1. Commentare in 4 o 5 righe la seguente immagine e didascalia ripresa dal testo. Cosa significa che *siamo costretti ad ammettere l'esistenza dei fantasmi*? Perché siamo costretti? Chi sono i fantasmi?

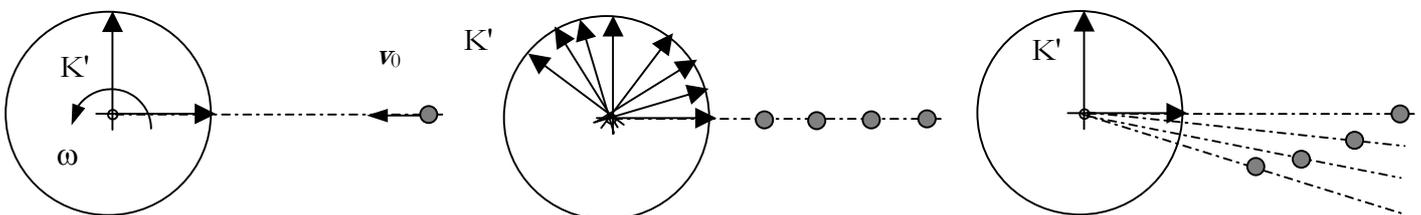
In un sistema di riferimento accelerato compaiono accelerazioni non imputabili alla azione di corpi riconoscibili ed individuabili. Queste accelerazioni sono associate all'azione di forze perfettamente misurabili e dette apparenti (imputate ai fantasmi).

Siamo costretti se vogliamo salvare l'idea di associare le accelerazioni alla azione di forze. Lo stesso fenomeno visto dal sistema inerziale appare invece come la conferma del principio di inerzia e non necessita né di fantasmi né di forze apparenti. I fantasmi sono le cause delle forze apparenti che sono misurabili ma non associabili ad una interazione del corpo con qualcosa d'altro.



i fenomeni visti da un sistema di riferimento non inerziale ci costringono ad ammettere l'esistenza dei fantasmi ovvero ad ammettere l'esistenza delle forze apparenti, mentre il quadro appare del tutto razionale in un sistema inerziale

2. Una piattaforma rotante con velocità angolare ω costante costituisce un sistema di riferimento K' rotante rispetto a un sistema inerziale K posto nel piano della piattaforma. Una particella non soggetta a forze si muove come in figura con velocità iniziale v_0 . Disegnare sulle due figure a



lato distinte l'immagine stroboscopica (4 punti) della traiettoria vista da K (evidenziando il moto di K') e da K' (evidenziando il moto della particella) cercando di fornire gli elementi essenziali per la comprensione della costruzione.

Visione da K : si disegnano ad intervalli di tempo uguali le rotazioni di K' mentre lungo la traiettoria il corpo si muove di moto rettilineo uniforme (le immagini sono egualmente distanziate).

Visione da K' : si disegnano le rotazioni della traiettoria di K (angoli uguali ai precedenti); si riportano su ogni semiretta le distanze dal centro di rotazione (prese dalla immagine precedente)

Nota di correzione: salvo un paio di persone si sono viste delle emerse schifezze con immagini immotivate e molto spesso errate.

3. Disegnare la terra vista dall'alto al polo nord con la indicazione della velocità angolare e un oggetto in caduta libera all'equatore dotato di velocità verticale orientata verso l'alto; sull'oggetto agiscono (viste da terra) 5 forze di cui 2

apparenti. Indicare le 5 forze con $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots$ e precisarne le principali caratteristiche (direzione, verso e intensità).

Le forze coinvolte sono:

\vec{F}_1 forza gravitazionale orientata verso il centro della terra = $G \frac{M_T m}{R^2}$

\vec{F}_2 forza di galleggiamento di Archimede orientata in verso opposto alla forza di gravitazione e proporzionale al volume del corpo e alla densità dell'aria.

\vec{F}_3 forza d'attrito (viscosa e resistenza del mezzo) con verso contrario alla velocità e dunque verso il centro della terra dipendente dalla velocità, dalle caratteristiche geometriche del corpo (dimensioni e forma) e dalla viscosità dell'aria

\vec{F}_4 forza apparente centrifuga pari a $m\omega^2 R$ e orientata verso l'esterno

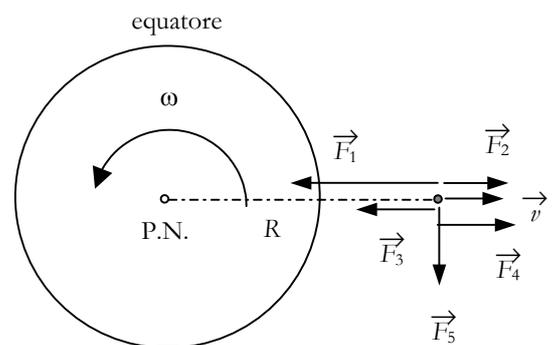
\vec{F}_5 forza apparente di Coriolis pari a $2m\omega v$ perpendicolare alla velocità e all'asse di rotazione (vedi figura) con verso opposto alla velocità di rotazione della terra

Nota di correzione: questa è stata la parte più tragica; a fine anno si tirano le somme.

E' sbagliato citare il peso che è la somma di tutte le forze e non è la forza di gravitazione anche se essa ne costituisce la parte preponderante.

Bisogna citare la forza di Archimede più volte utilizzata negli esercizi sulla velocità limite e richiamata anche con riferimento alla esperienza di Millikan.

Non so bene cosa sia la forza centripeta se non vista nuovamente come sinonimo del peso (risultante) e responsabile della rotazione dell'oggetto insieme alla Terra.



Sono inorridito alla citazione delle forze di velocità o frescate del genere.
La forza di Coriolis all'equatore è nulla quando ci si muove lungo il meridiano

3F PNI 13/12/2003 Peso e Il legge dinamica Gruppo a

Valutazione: vengono assegnati due punteggi alle due parti; da essi si ricaverà un unico voto con percentuale di incidenza identica.

Punteggio parte a risposta chiusa: esatta 4, errata 0; mancante 1 (massimo 40)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	es	ma	er	punti
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A				
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B				
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C				
D	D	D	D	D	D	D	D	D	D				

- Indicare la proposizione falsa; a) Chiamiamo forza gravitazionale la forza con cui la terra attira un corpo, forza il cui effetto è visibile sospendendo il corpo ad un dinamometro; b) la forza misurata da un dinamometro cui è sospeso un corpo è uguale e contraria alla forza di gravità. c) La forza di gravità agisce su tutti i corpi sufficientemente vicini alla terra. Se questi non cadono verso la terra vuol dire che il loro moto è vincolato dalla presenza di altri corpi. d) Si chiamano vincoli i corpi che agendo su altri corpi ne impediscono o condizionano la caduta dovuta alla gravità.
- Indicare la proposizione vera; a) Per osservare che due corpi diversi e separati cadono insieme b) Galileo, pur ipotizzando che la caduta libera corrispondesse a un m.u.a. non diede mai una verifica diretta di ciò a causa della indisponibilità di orologi sufficientemente sensibili. c) Sulla terra tutti i corpi in caduta libera cadono con una stessa accelerazione d) Le variazioni di accelerazione di gravità tra un punto e l'altro della terra arrivano sino al 5 % di g .
- Indicare la proposizione falsa: a) La massa gravitazionale di un corpo è definita come rapporto costante tra il peso del corpo e il peso di un secondo corpo assunto come campione. b) Il rapporto tra le masse gravitazionali di due corpi è pari al rapporto dei due pesi e non dipende dalla particolare massa assunta come campione. c) La misurazione della massa gravitazionale si può eseguire anche con una bilancia a molla, ma in quel caso bisogna disporre anche della massa campione. d) Per misurare la massa con la bilancia a braccia eguali bisogna disporre del chilogrammo massa
- Indicare la proposizione vera: a) L'unità di misura della densità nel S.I. è il kg/dm^3 b) La densità dei gas è inferiore di circa 2 ordini di grandezza a quella dei liquidi; c) I metalli hanno una densità relativa all'acqua di circa 100; d) $1 \text{ kg}/\text{dm}^3 = 10^{-30} \text{ ton}/\text{Å}^3$.
- Indicare la proposizione falsa; in un sistema di riferimento inerziale a) Se un corpo si muove di moto rettilineo accelerato allora è soggetto all'azione di una forza di direzione costante. b) Se un corpo è soggetto all'azione di una forza costante allora il suo moto è rettilineo accelerato. c) Una forza costante produce una accelerazione costante. d) I cambiamenti di direzione di un moto sono sempre dovuti all'azione di una forza.
- Indicare la proposizione falsa; in un sistema di riferimento inerziale a) Un corpo di massa m dotato di velocità v cui venga applicata una forza costante perpendicolare alla traiettoria si muove di moto curvilineo uniforme con $r \propto 1/F$. b) Un corpo soggetto ad una forza costante in direzione verso e intensità si può muovere solo di moto rettilineo. c) Le forze impulsive determinano accelerazioni impulsive. d) Se si applica una forza F_1 ad un corpo di massa m_1 questo si muove con accelerazione a . Analogamente si può trovare una forza F_2 che applicata ad un corpo di massa m_2 determini la stessa accelerazione a . Quindi applicando la forza $F_1 + F_2$ al sistema costituito dai due corpi questo si muove con accelerazione a .
- Indicare la proposizione vera; in un sistema di riferimento inerziale a) Le funi trasmettono sempre le forze applicate negli estremi in maniera inalterata. b) Un corpo di massa m posto su un piano inclinato di angolo α si muove per effetto del peso \vec{p} con una accelerazione pari a $g \cos \alpha$. c) Quando studiamo in cinematica un moto uniforme e ipotizziamo che la sua velocità passi bruscamente al tempo \tilde{t} da v_1 a v_2 abbiamo tacitamente ammesso che all'istante considerato ha agito una forza di durata molto breve. d) Un sistema di due corpi di masse m_1 e m_2 si muove di moto rettilineo con accelerazione a per effetto di una forza applicata a m_1 . La forza di interazione tra i due corpi vale $m_1 a$
- Indicare la proposizione vera; in un sistema di riferimento inerziale a) Il fatto che il peso risulti proporzionale alla massa inerziale è una immediata conseguenza della II legge della dinamica. b) La massa

- inerziale e quella gravitazionale hanno un valore connotativo diverso ma risultano sempre proporzionali. La costante di proporzionalità dipende dal corpo considerato. c) La massa inerziale e la massa gravitazionale, pur essendo grandezze diverse, possono essere identificate solo se si opera in un sistema di riferimento inerziale d) La massa inerziale e la massa gravitazionale di qualsiasi corpo sono proporzionali e la costante di proporzionalità è una costante universale
9. Indicare la proposizione falsa; a) Si chiama chilogrammo peso il peso di 1 chilogrammo massa. b) La forza di 1 N = 0.1 kg_p c) Il chilogrammo peso kg_p è una cattiva unità perché dipende dal valore locale di g . d) In un sistema in moto accelerato il peso non può coincidere con la forza di gravità.
10. Indicare la proposizione falsa; a) In un sistema di riferimento inerziale il peso è pari alla forza di gravità. b) In un sistema in moto accelerato rispetto ad un sistema inerziale il peso è diverso dalla gravità ma è comunque diretto come la gravità. c) In un sistema in caduta libera si ha assenza di peso. d) Condizione sufficiente per l'assenza di peso è che la accelerazione del sistema sia uguale e contraria alla accelerazione di gravità

Rispondere a 3 e solo 3 delle 4 questioni proposte in maniera sintetica (cerchiare quelle scelte)

Punteggio: 10 punti per ogni risposta + 10 punti per la qualità (ordine, sintesi, precisione linguistica)

- Spiegare come mai la bilancia a braccia uguali possa prestarsi bene ad essere utilizzata per misurare le masse.
- Spiegare perché sia meglio scegliere come grandezza fondamentale una unità di massa piuttosto che una unità di forza e perché sia comunque sbagliato assumere un peso come unità di forza.
- Dimostrare che se si indica con a_1 la accelerazione con cui si muove un corpo di massa m_1 quando viene sottoposto a una forza F e con a_2 la accelerazione con cui si muove un corpo di massa m_2 quando viene sottoposto a una forza F la accelerazione con cui si muove il sistema delle due masse sottoposto alla stessa forza è legata ad a_1 e a_2 dalla relazione $1/a = 1/a_1 + 1/a_2$
- Spiegare in maniera sintetica come mai il peso di un corpo risulta proporzionale alla massa inerziale del corpo e come, da questo risultato si deduca la proporzionalità tra massa inerziale e massa gravitazionale.

prima		
seconda		
terza		
qualità		

3F PNI 13/12/2003 Peso e Il legge dinamica Gruppo b

Valutazione: vengono assegnati due punteggi alle due parti; da essi si ricaverà un unico voto con percentuale di incidenza identica.

Punteggio parte a risposta chiusa: esatta 4, errata 0; mancante 1 (massimo 40)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	es	ma	er	punti
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A				
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B				
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C				
D	D	D	D	D	D	D	D	D	D				

- Indicare la proposizione vera: a) La forza peso e la forza di gravità sono la stessa cosa. b) Il peso e la forza di gravità possono essere identificati nella maggioranza dei casi. c) Il peso può essere misurato solo mediante le bilance a molla. d) Quando si prova la sensazione di *sovrappeso* in realtà si ha a che fare con un fatto soggettivo perché il peso non cambia.
- Indicare la proposizione vera: a) La caduta dei corpi in aria corrisponde alla *caduta libera*. b) Un corpo si dice in *caduta libera* se il suo moto è influenzato dalla sola forza di gravità. c) Se si lasciano cadere dei corpi macroscopici dello stesso peso in aria, si osserva che cadono tutti nello stesso tempo dalla stessa altezza. d) Un parallelepipedo impiega lo stesso tempo a cadere da una stessa altezza in aria indipendentemente dalla faccia orientata verso il basso.
- Indicare la proposizione vera: a) La accelerazione di gravità varia leggermente con la latitudine, mentre il peso che esprime una proprietà tipica di ogni corpo rimane invece costante. b) Il rapporto tra i pesi di due corpi non dipende dal punto in cui si effettua la misurazione. c) Per misurare la massa di un corpo basta misurarne il peso; d) Poiché il peso di un corpo dipende dal punto considerato e la massa si misura attraverso il peso ne consegue che la massa gravitazionale sia una cattiva grandezza fisica perché risulta soggetta a variabilità.
- Indicare la proposizione vera: a) L'unità di misura della densità nel S.I. è il kg/dm^3 b) La densità dei gas è inferiore di circa 2 ordini di grandezza a quella dei liquidi; c) I metalli hanno una densità relativa all'acqua di circa 100; d) $1 \text{ kg}/\text{dm}^3 = 10^{-30} \text{ ton}/\text{Å}^3$.
- Indicare la proposizione vera; in un sistema di riferimento inerziale a) I cambiamenti di direzione di un moto sono sempre dovuti all'azione di una forza variabile. b) Le accelerazioni determinano la comparsa di forze. c) La seconda legge della dinamica afferma che *la forza è uguale a massa per accelerazione*. d) L'aspetto sperimentale della II legge della dinamica consiste nella proporzionalità tra accelerazione di un corpo e forza applicata.
- Indicare la proposizione vera; a) La proporzionalità tra forza e accelerazione è indipendente dalla velocità con cui si muove il corpo per qualsiasi valore della velocità v . b) La II legge è valida in qualsiasi tipo di sistema di riferimento. c) La massa inerziale è una grandezza derivata ed è definita come rapporto costante tra forza applicata ad un corpo puntiforme e accelerazione subita dal corpo. d) A parità di forza la massa e la accelerazione sono direttamente proporzionali.
- Indicare la proposizione vera; in un sistema di riferimento inerziale a) La proporzionalità tra forza e accelerazione vale solo quando il moto è rettilineo. b) La proporzionalità tra forza e accelerazione si riferisce solo all'aspetto scalare di tali grandezze. c) La proporzionalità tra forza e accelerazione si riferisce solo al caso di forze costanti perché, nel caso di forze variabili, il corpo, per inerzia non si adatta istantaneamente alle variazioni di forza. d) Come conseguenza della II legge della dinamica possiamo affermare che per determinare il moto circolare uniforme occorre una forza perpendicolare alla velocità.
- Indicare la proposizione vera; a) L'unità di misura della massa si fissa attraverso l'unità di forza. b) Il Newton è definito come la forza che applicata a un corpo di 1 kg massa determina su di esso una accelerazione di $1 \text{ m}/\text{s}^2$ c) Il chilogrammo massa è la massa di 1 chilogrammo peso d) Il chilogrammo peso e il chilogrammo massa sono la stessa cosa perché la massa inerziale e quella gravitazionale si possono identificare.
- Indicare la proposizione falsa; a) In un sistema in moto accelerato si provano sensazioni di appesantimento o alleggerimento, ma comunque il peso coincide con la forza di gravità. b) In virtù della equivalenza di massa inerziale e gravitazionale non è possibile, rimanendo all'interno dell'ascensore

distinguere tra un ascensore che, nello spazio libero, accelera verso l'alto con accelerazione g , e un ascensore che si muova di moto uniforme in presenza della forza di gravità. c) Quando un ascensore accelera in salita si ha una sensazione di sovrappeso, mentre quando accelera in discesa si sperimenta una diminuzione di peso. d) In un ascensore si ha diminuzione di peso sia alla partenza in discesa sia all'arrivo in salita.

10. Indicare la proposizione vera: Due corpi di massa m_1 e m_2 scivolano su un piano inclinato di inclinazione α uniti da una fune di massa trascurabile. a) La tensione della fune vale $g \sin\alpha (m_1 - m_2)$ b) la accelerazione di caduta vale $g \sin\alpha (m_1 - m_2) / (m_1 + m_2)$ c) La tensione nella fune è nulla d) La velocità del primo corpo dipende dalla massa del secondo.

Rispondere a 3 e solo 3 delle 4 questioni proposte in maniera sintetica (cerchiare quelle scelte)

Punteggio: 10 punti per ogni risposta + 10 punti per la qualità (ordine, sintesi, precisione linguistica)

- Esiste una particolare condizione sperimentale nella quale non si riesce a definire la massa gravitazionale. Quale?
- Criticare questo enunciato della II legge della dinamica evidenziando tutti gli elementi di incompletezza che contiene: *la forza è uguale al prodotto massa per accelerazione.*
- Come è noto non si riesce mai a far girare di moto uniforme una pietra sospesa ad una fune, su traiettorie circolari in un piano verticale. Alla luce della II legge della dinamica e della analisi delle forze in gioco spiegare la ragione di questo fatto.
- Condensare in poche righe le differenze tra forza di gravità e peso evidenziando sinteticamente le situazioni in cui i due concetti si identificano e quelle in cui non si identificano.

prima		
seconda		
terza		
qualità		

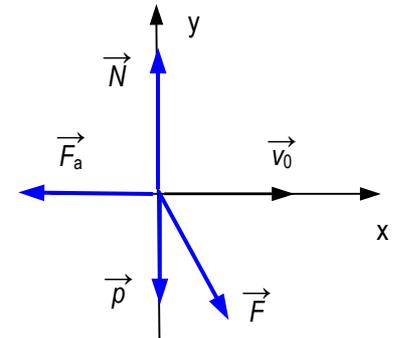
3F PNI 16/12/03 dinamica, attrito, equilibrio

Svolgere 3 dei 4 problemi proposti

1. Un corpo striscia su una superficie orizzontale caratterizzata da un coefficiente d'attrito dinamico $\mu = 0.30$. Il corpo ha una massa $m = 2.50$ kg ed è dotato di una velocità iniziale $v_0 = 25.0$ m/s. Su di esso è applicata una forza $F = 12.0$ Nw che forma un angolo $\alpha = 65.0^\circ$ con la orizzontale (la componente tangenziale della forza ha lo stesso verso della velocità). Dopo aver fissato un sistema di riferimento xOy (x orizzontale) studiare il moto lungo l'asse x soffermandosi sui seguenti elementi: a) determinare la forza d'attrito F_{ax} b) determinare la accelerazione a_x c) utilizzare la accelerazione per determinare lo spazio percorso sotto l'azione della forza

- a) Fissiamo un sistema xOy con l'asse x orientato come la velocità si ha il diagramma

del corpo libero indicato in figura; \vec{F}_a indica la forza d'attrito; \vec{p} la forza peso e \vec{N} la reazione vincolare del piano.



Per studiare il moto si utilizzerà la II legge della dinamica lungo l'asse x e ciò richiede di calcolare R_x e R_y .

$$R_y = 0 \Leftrightarrow N = p + F \sin \alpha = mg + F \sin \alpha$$

$$F_{ax} = -\mu N = -0.30(2.50 \cdot 9.807 + 12.0 \cdot \sin 65^\circ) = -10.6 \text{ Nw}$$

Nota di correzione: F_{ax} una volta fissato il riferimento nel verso della velocità ha segno negativo.

- b) Per determinare a_x bisogna calcolare $R_x = F_x + F_{ax} = F \cos \alpha + F_{ax}$ e si ha allora:

$$a_x = R_x / m = \frac{12.0 \cos 65^\circ - 10.6}{2.50} = -2.22 \text{ m/s}^2$$

- c) Sotto l'azione della forza si determina una accelerazione costante e negativa; in base alle relazioni del m.u.a. si ha:

$v^2 - v_0^2 = 2a_x \Delta x$ e dunque, poiché Δx si riferisce allo spazio necessario ad annullare la velocità si ottiene:

$$\Delta x = \frac{-v_0^2}{2a_x} = \frac{-25.0^2}{-2 \cdot 2.22} = 141 \text{ m}$$

Nota di correzione: attenzione ai segni nell'applicare le relazioni.

2. Un obice (cannone a traiettoria parabolica) inquadra sotto un angolo α un bersaglio che (lungo l'orizzontale) si trova a distanza Δx . La canna dell'obice forma un angolo β con l'orizzontale.

a) Scrivere le leggi orarie lungo i due assi b) Eliminare il tempo per determinare la relazione che si determina quando il proiettile arriva sul bersaglio c) Dimostrare che la velocità iniziale del proiettile

necessaria per colpire il bersaglio è $v_0 = \sqrt{\frac{\Delta x g}{2 \cos^2 \beta (\tan \beta - \tan \alpha)}}$. Si trascuri la resistenza dell'aria.

- a) Collochiamo l'origine del sistema di riferimento in corrispondenza dell'obice ed utilizziamo il principio di Galilei sulla composizione dei moti.

Lungo l'asse x si ha un m.u. con legge $x = v_0 x t = v_0 \cos \beta t$

Lungo l'asse y si ha un m.u.a. con legge $y = v_0 y t - \frac{1}{2} g t^2 = v_0 \sin \beta t - \frac{1}{2} g t^2$

- b) Il tempo di volo $t = \frac{\Delta x}{v_0 \cos \beta}$ e d'altra parte il valore Δy è fissato dai dati perché $\Delta y / \Delta x = \tan \alpha$ si ha pertanto:

$$\Delta x \tan \alpha = v_0 \sin \beta \frac{\Delta x}{v_0 \cos \beta} - \frac{1}{2} g \left(\frac{\Delta x}{v_0 \cos \beta} \right)^2 \text{ che semplificando per } \Delta x \text{ e per } v_0 \text{ diventa:}$$

$$\tan \alpha = \tan \beta - \frac{1}{2} g \frac{\Delta x}{v_0^2 \cos^2 \beta}$$

Nota di correzione: la corretta risposta a questa richiesta è fondamentale per arrivare al risultato; in un problema non guidato è il solutore a dover capire che bisogna fare quanto in questa sede è stato esplicitamente richiesto.

- c) Basta ora invertire la relazione per ottenere il risultato richiesto:

$$\tan \beta - \tan \alpha = \frac{1}{2} g \frac{\Delta x}{v_0^2 \cos^2 \beta} \Leftrightarrow v_0^2 = \frac{\Delta x g}{2 \cos^2 \beta (\tan \beta - \tan \alpha)} \Leftrightarrow v_0 = \sqrt{\frac{\Delta x g}{2 \cos^2 \beta (\tan \beta - \tan \alpha)}}$$

3. Una automobile affronta una curva di raggio di curvatura $r = 120$ m e con un angolo al centro $\alpha = 35^\circ$ partendo da ferma e con una accelerazione tangenziale costante (il modulo della velocità cresce con ritmo costante nel tempo). Il coefficiente d'attrito statico μ responsabile della forza che tiene l'auto in carreggiata vale 0.40.

a) Ricordando che la misura in radianti di un angolo è il rapporto tra arco e raggio determinare la lunghezza l dell'arco di curva. b) Ricavare l'espressione che fornisce il modulo della accelerazione \vec{a} (di componenti a_t e a_n) in funzione della velocità v al termine della curva, di r e di l . c) Utilizzare il risultato trovato per determinare la velocità massima che l'automobile può avere al termine della curva.

- a) Convertiamo l'angolo α in radianti: $\alpha = \alpha^\circ \frac{\pi}{180}$ e tenendo conto della definizione di misura in radianti avremo che: $l = \alpha r =$

$$35 \frac{\pi}{180} 120 = 73.3 \text{ m}$$

- b) La accelerazione presenta una componente a_n tipica del moto circolare e pari a $\frac{v^2}{r}$ mentre la componente a_t è determinabile dalla informazione che si tratta di una quantità costante (si ha un m.u.a. lungo la traiettoria circolare) e pertanto sarà $v^2 - v_0^2 = 2 a_t \Delta l$. Nel caso in questione avremo $a_t = \frac{v^2}{2l}$

Poiché le due componenti della accelerazione sono riferite a direzioni tra loro ortogonali sarà: $a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = v^2 \sqrt{\frac{1}{4r^2} + \frac{1}{r^2}}$

- c) Al termine della curva la velocità massima ammissibile è quella che corrisponde ad un valore di accelerazione pari a quello che può essere fornito dalla forza di attrito statico ($\mu m g$); dovrà essere pertanto:

$$\mu g = v^2 \sqrt{\frac{1}{4r^2} + \frac{1}{r^2}} \text{ e dunque : } v = \sqrt{\frac{\mu g}{\sqrt{\frac{1}{4r^2} + \frac{1}{r^2}}}} = \sqrt{\frac{0.40 \cdot 9.807}{\sqrt{\frac{1}{4 \cdot 73.3^2} + \frac{1}{120^2}}}} = 19.1 \text{ m/s}$$

Nota di correzione: poco nota la relazione tra gradi e radianti; poco preciso l'uso dei simboli; poco argomentate le scelte delle relazioni da utilizzare.

4. Una ruota di raggio R e di massa m deve superare un gradino di altezza h e per questo si applica una forza orizzontale F nel suo centro. a) Disegnare la ruota e le tre forze che agiscono su di essa b) Scegliendo opportunamente il polo determinare la relazione che fornisce la forza minima F che bisogna applicare per superare l'ostacolo. c) Trovare il valore di F per il caso in cui $m = 5.45$ kg, $r = 0.450$ m, $h = 21$ cm.

In condizione di moto incipiente le forze che agiscono sulla ruota sono il peso \vec{p} , la forza applicata dall'esterno \vec{F} e la reazione vincolare \vec{F}' . Il piano orizzontale, nel momento della rotazione non esercita reazioni vincolari e per questa ragione

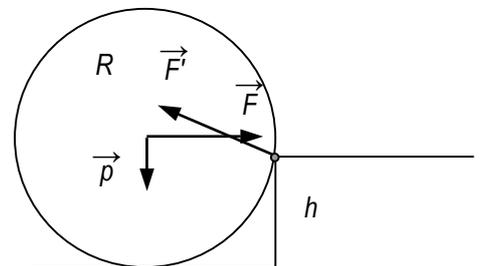
sulla figura \vec{F}' è stata disegnata in modo che sia equilibrante di \vec{p} e di \vec{F} . Per altro, rispetto alla richiesta non ci importano né il suo valore né la sua direzione: infatti la condizione di equilibrio richiede che il momento rispetto al fulcro sia nullo e poiché il braccio è nullo la forza F non entra nei conti.

$$p b_p = F b_F \Leftrightarrow m g \sqrt{R^2 - (R-h)^2} = F (R-h) \Leftrightarrow F = m g \frac{\sqrt{2Rh - h^2}}{R-h} =$$

$$5.45 \cdot 9.807 \cdot \frac{\sqrt{2 \cdot 45 \cdot 21 - 21^2}}{45 - 21} = 84.8 \text{ Nw}$$

Nota di correzione: dalla conoscenza di F , visto che sono completamente

note le direzioni si può effettuare il calcolo di \vec{F}' (modulo e direzione). Poiché tale esercizio non è stato svolto da nessuno si prega di leggere con attenzione la correzione.



III F PNI 15 dicembre 2005: dinamica primi elementi, conoscenze

- 1) Qui di seguito compaiono tre affermazioni sulla forza; le prime due sono vere e la terza è falsa. Senza ripetere l'affermazione darne la motivazione.
 - a) Il concetto originario di forza è di tipo antropocentrico ma la forza, intesa come grandezza fisica, si è distaccata da questa origine;
 - b) Dire che la forza è una misura della interazione tra i corpi o tra le particelle che li compongono non basta per una definizione operativa della forza
 - c) La forza viene introdotta in fisica come causa del movimento dei corpi
 - a) Dallo sforzo muscolare si è passati alla misura delle deformazioni di corpi che presentino caratteri di regolarità tra loro. Inoltre la forza è stata poi messa in relazione alla capacità di produrre accelerazioni anche in contesti molto diversi dalla scala umana.
 - b) Bisogna dire come la si misura e come avviene la sovrapposizione tra queste interazioni.
 - c) L'affermazione è falsa: la forza non è la causa del movimento ma la causa della sua variazione; cioè la forza non produce velocità ma accelerazioni.
- 2) Cos'è il modulo di Young ? Darne la definizione, l'unità di misura, l'ordine di grandezza per qualche materiale, e spiegare la differenza con il limite di elasticità.
 - a) E' la costante di proporzionalità tra sforzo e deformazione in un corpo elastico. Non dipende dalle caratteristiche geometriche del corpo ma solo dal materiale.
 - b) Poiché la deformazione è un numero puro ha le stesse dimensioni di uno sforzo (N/m²).
 - c) Ha valori molto elevati tra 10⁷ e 10¹¹ N/m²
 - d) Il limite di elasticità è il valore dello sforzo a cui un corpo cessa di essere elastico e diviene plastico (deformazione permanente). Ciò avviene a valori molto inferiori al modulo di Young in corrispondenza del quale si dovrebbe avere deformazione unitaria.
- 3) Se è vero che le forze di interazione compaiono sempre a coppie con la stessa direzione, intensità e con verso opposto, come è possibile che da una interazione (la cui risultante è nulla) possa scaturire il passaggio dalla quiete al movimento?
 Le forze di interazione hanno punti di applicazione diversi e sono applicate a corpi diversi. Per esempio quando si cammina il piede spinge il pavimento all'indietro e il pavimento spinge il piede con una forza opposta. Poiché il pavimento è parte della terra che ha massa >> di quella del corpo le due accelerazioni saranno molto diverse e noi diremo che il corpo si mette in moto.
- 4) Un corpo rigido è sottoposto all'azione di 3 forze parallele con $\vec{R} = 0$. Supponendo che le tre forze diano luogo ad un momento $M > 0$ cosa bisogna fare per equilibrare il corpo?
 Bisogna applicare una coppia di forze oraria con momento pari a $-M$. Così facendo la risultante rimane nulla e il corpo risulta in equilibrio.
- 5) Dare la definizione di peso di un corpo e spiegare come si misura. Perché non si tratta di una caratteristica tipica di un corpo? In quali contesti varia?
 E' la forza che un corpo esercita su di un vincolo che ne impedisce la caduta libera. Viene misurato misurando la reazione vincolare. Si osserva che, sulla Terra, il suo valore dipende debolmente dalla posizione. Ma varia anche notevolmente se ci si trova in un sistema di riferimento non inerziale.
- 6) Dare la definizione di massa gravitazionale di un corpo spiegando su quali regolarità sperimentali essa si basa. Si osserva sperimentalmente che il rapporto p_1/p_2 nel peso di due corpi a differenza dei due pesi non dipende dalla posizione ed esprime pertanto una proprietà relazionale dei due corpi. Si pone per definizione $M_1/M_2 = p_1/p_2$ e dunque la massa di un corpo è pari al rapporto tra il suo peso e il peso del corpo campione.
- 7) Definire l'ambito di validità e l'enunciato della II legge della dinamica. Spiegare quindi cos'è la massa inerziale.
 La II legge vale entro sistemi di riferimento inerziali (cioè dove vale la I) e si enuncia dicendo che le forze, applicate a corpi puntiformi, producono accelerazioni ad esse proporzionali. Tali accelerazioni, a bassa velocità, sono istantanee e non dipendono dal valore di velocità del corpo. Si chiama massa inerziale di un corpo la costante positiva $m = \vec{R} / \vec{a}$
- 8) Dimostrare che se si indica con \vec{a}_1 la accelerazione con cui si muove un corpo di massa m_1 quando viene sottoposto a una forza \vec{F} e con \vec{a}_2 la accelerazione con cui si muove un corpo di massa m_2 quando viene sottoposto alla forza \vec{F} la accelerazione \vec{a} con cui si muove il sistema delle due masse sottoposto alla stessa forza è legata ad \vec{a}_1 e \vec{a}_2 dalla relazione $1/\vec{a} = 1/\vec{a}_1 + 1/\vec{a}_2$.

Il sistema delle due masse è equivalente ad un unico corpo di massa $m_1 + m_2$ e pertanto, applicando la legge della dinamica si ha $\frac{1}{\vec{a}} = \frac{m_1 + m_2}{\vec{F}} = \frac{m_1}{\vec{F}} + \frac{m_2}{\vec{F}} = \frac{1}{\vec{a}_1} + \frac{1}{\vec{a}_2}$

- 9) Se si applicano una forza \vec{F}_1 ad un corpo di massa m_1 esso si muove con accelerazione \vec{a}_1 e una forza \vec{F}_2 ad un corpo di massa m_2 esso si muove con accelerazione \vec{a}_2 . Perché da ciò non segue che applicando la forza $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$ al sistema costituito dai due corpi si ha una accelerazione $\vec{a}_1 + \vec{a}_2$?
Visto che le forze si sommano vettorialmente e le massa scalarmente si ha che:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_2}{m_1 + m_2} \neq \vec{a}_1 + \vec{a}_2 = \frac{\vec{F}_1}{m_1} + \frac{\vec{F}_2}{m_2} = \frac{m_2 \vec{F}_1 + m_1 \vec{F}_2}{m_1 m_2}$$

18 gennaio 2006: III F dinamica recupero assenza

1. Cosa significa, alla luce della II legge della dinamica, affermare che *la misura delle forze può essere effettuata anche indirettamente attraverso lo studio degli effetti che le forze determinano?*

Che grazie alla II legge della dinamica si può calcolare \vec{F} come $m\vec{a}$

2. Dare qualche esempio del *carattere regolare* del comportamento delle molle sottoposte a sollecitazioni senza far uso del concetto di forza misurabile, che è logicamente successivo a quello di *regolarità*.

Utilizzando come causa di sollecitazione pesi identici si osserva che molle diverse hanno comunque allungamenti proporzionali al numero di pesi; molle uguali poste in serie determinano allungamenti dimezzati, ...

3. La forza, rispetto ai comuni vettori presenta due elementi in più: quali? In quali contesti sono rilevanti?

La retta di applicazione e il punto di applicazione.

Il punto di applicazione può essere ignorato nei corpi rigidi perché si osserva che facendo scorrere la forza lungo la retta di applicazione si ottengono gli stessi effetti. Nei corpi deformabili non si può fare neanche ciò: basta pensare al comportamento di un filo sollecitato ad un estremo o a metà (nel secondo caso si allunga della metà)

4. Tre forze applicate ad un corpo rigido giacciono in un piano ma le tre rette di applicazione, pur non essendo parallele non convergono in uno stesso punto. Descrivere come si potrebbe operare per determinare la risultante.

Se ne fanno convergere due e si trova una prima risultante; poi la si fa scorrere fino ad incontrare la retta di applicazione della terza forza e si trova la risultante generale. Se la prima risultante e la terza forza dovessero essere parallele si lavora come per la composizione di forze parallele.

5. In un satellite in orbita si sperimenta la assenza di peso: come mai visto che a 200 km di quota la forza gravitazionale è quasi uguale a quella a livello del suolo?

Ci si trova in un sistema di riferimento non inerziale e la forza gravitazionale fa cadere in caduta libera (cioè orbitare) il satellite. Pertanto i corpi non sollecitano alcun vincolo e non si ha peso.

6. Per misurare la massa gravitazionale cosa serve oltre ad una bilancia a molla? Spiegare.

Basta avere una massa campione. Si misura il rapporto tra peso del corpo e peso del campione e tale rapporto, per definizione, è la massa gravitazionale del primo corpo espressa in unità del campione.

7. Come si arriva a stabilire la identità tra massa gravitazionale M e massa inerziale m ?

Il rapporto dei pesi non dipende dal luogo e ciò consente di definire la massa gravitazionale di un qualsiasi corpo. Per definizione $\frac{M}{M_c} = \frac{p}{p_c}$

Ma poiché in un dato punto tutti i corpi cadono con la stessa accelerazione g si può scrivere, applicando la II legge della

dinamica che: $\frac{M}{M_c} = \frac{p}{p_c} = \frac{mg}{m_c g} = \frac{m}{m_c}$

Dunque $\frac{M}{m} = \frac{M_c}{m_c}$. Se ora si prende come unità di massa inerziale la stessa unità della massa gravitazionale si ha $\frac{M}{m} = \frac{M_c}{m_c} = 1$ e

dunque $M = m$ per qualsiasi corpo.

8. Spiegare quale sia il vantaggio di scrivere la II legge della dinamica nella forma: $\vec{F} = \frac{\delta \vec{p}}{\delta t}$

In questa forma la legge vale anche quando $v \gg c$ e per effetto relativistico la massa non è più costante. Le forze determinano variazioni di quantità di moto osservabili come variazioni simultanee di massa e di velocità.

9. Come è noto non si riesce mai a far girare di moto uniforme una pietra sospesa ad una fune, su traiettorie circolari disposte in un piano verticale. Alla luce della II legge della dinamica e della analisi delle forze in gioco spiegare la ragione di questo fatto.

Per avere il moto uniforme e circolare la risultante dovrebbe essere centripeta. Ma sulla pietra agiscono la tensione che è centripeta e il peso che è verticale e la loro risultante non è mai centripeta tranne nel punto più alto e in quello più basso della traiettoria.

03/02/2006 III F PNI attrito compressione, conoscenza

1. Dato un piano inclinato di angolo alla base $\alpha = 40.0^\circ$ con coefficiente d'attrito dinamico $\mu_d = 0.30$ e altezza $h = 3.40$ si appoggia su di esso un corpo di massa $m = 2.5$ kg con velocità iniziale parallela al piano $v_0 = 2.2$ m/s orientata verso il basso. Al corpo viene applicata una forza \vec{F} parallela alla base ed orientata nel verso della discesa e pari a 6.0 Nw. a) Quanto vale la accelerazione a durante la discesa? b) Con che velocità v il corpo arriva alla base del piano? c) Quanto spazio percorre, prima di fermarsi se, una volta arrivato sulla orizzontale, continua a muoversi in presenza dello stesso coefficiente d'attrito e sotto l'azione di F ?

La forza peso $F_p = mg = 24.5$ Nw

Si traccia il diagramma del corpo libero e si osserva che

$$N = F_p \cos \alpha - F \sin \alpha = 14.9 \text{ Nw}$$

Pertanto $F_a = \mu N = 4.48$ Nw

La componente della risultante lungo il piano vale:

$$R_t = F_p \sin \alpha + F \cos \alpha - F_a = 15.9 \text{ Nw}$$

Pertanto, in base alla II legge della dinamica:

$$a_t = R_t / m = 6.36 \text{ m/s}^2$$

Il moto è uniformemente accelerato e la relazione $v_2^2 - v_1^2 = 2a\Delta x$ mi consente di trovare la velocità finale.

$$\Delta x = h/\sin \alpha \text{ e pertanto:}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2a_t h/\sin \alpha} = \sqrt{2.2^2 + 2 \cdot 6.36 \cdot 3.40/\sin 40.0} = 8.49 \text{ m/s}$$

Quando arriva sulla orizzontale la forza d'attrito F'_a aumenta perché aumenta la forza premente (pari al peso); essa diventa:

$$F'_a = \mu F_p = 7.35 \text{ Nw}$$

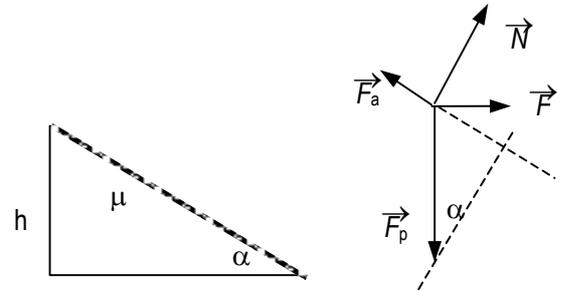
Si determina pertanto una risultante orientata in verso contrario al moto pari a $R_t = -7.35 + 6.0 = -1.35$ Nw cui corrisponde una accelerazione $a' = -1.35/2.5 = -0.54$ m/s²

Applichiamo nuovamente la legge del moto uniformemente accelerato, ma in questo caso $v_2 = 0$ mentre $v_1 = v$

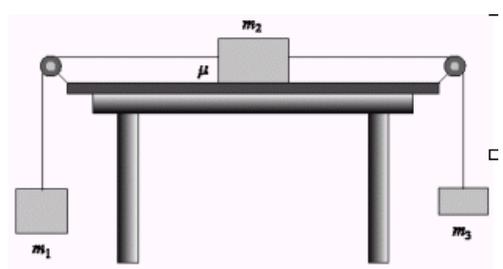
$$\text{Si ha: } \Delta x = -v^2/2a' = 8.49^2/(2 \cdot 0.54) = 66.7 \text{ m}$$

Nota di correzione: errori di tutti i generi nonostante dissonate di almeno 10 esempi svolti in cui questo tipo di errori sono segnalati; consiglio comunque di partire dalle indicazioni fornite nel testo dove si applica la II legge della dinamica

- ❑ errori sostanziali in sede di impostazione: derivano dal non tracciare correttamente il diagramma del corpo libero; in genere ci si dimentica della reazione vincolare e del fatto che $F_a = \mu N$; nello specifico non si è messo in conto l'effetto di *alleggerimento* dovuto all'azione di F
- ❑ errori formali: mix indegno di vettori e scalari; diagrammi del corpo libero ridicoli; mancata indicazione degli angoli in gioco, ...
- ❑ mancato rispetto di cifre significative, unità di misura, etc



2. Tre masse sono collegate come mostrato in figura con fili inestensibili. Le masse e l'attrito delle corde e delle pulegge sono abbastanza piccoli da produrre un effetto trascurabile sul sistema. Se il coefficiente di attrito dinamico tra la massa m_2 ed il tavolo vale μ , dimostrare che l'accelerazione con cui si muove il sistema vale $\frac{g(m_1 - m_3 - m_2\mu)}{m_1 + m_2 + m_3}$. Si può svolgere il problema esaminando il moto delle 3 masse separate o ragionando sull'intero sistema (si consiglia la seconda modalità). In ogni caso argomentare.



Si propone una soluzione rapida che evita di analizzare separatamente i 3 corpi.

I tre corpi sono vincolati dall'azione della fune che li fa muovere con lo stesso modulo di accelerazione. Se consideriamo i 3 corpi sul piano orizzontale come un corpo unico avremo un sistema di massa pari a $m_1 + m_2 + m_3$ soggetto all'azione di 3 forze orizzontali il peso di m_1 , quello di m_3 (che tira in verso contrario) e la forza d'attrito $\mu m_2 g$ (che ostacola il moto). E' il fatto che la tensione della fune sia la stessa ovunque a consentire il raggruppamento.

Pertanto applicando la II legge della dinamica si ha: $a = \frac{g(m_1 - m_3 - m_2\mu)}{m_1 + m_2 + m_3}$

Nota di correzione: se si chiede di argomentare bisogna farlo. Per esempio: perché c'è $m_1 - m_3$?

3. Un cubo di lato l e densità δ cade ad alta velocità in un fluido di densità $\rho \ll \delta$. Indicato con C il coefficiente di penetrazione dimostrare che la velocità limite di caduta vale $v = \sqrt{\frac{2l\delta g}{C\rho}}$. A cosa serve

l'ipotesi che sia $\delta \gg \rho$? A cosa serve la precisazione che la caduta avviene ad alta velocità? Se vengono fatti cadere due corpi della stessa forma e materiale con $m_1/m_2 = 2$ quanto vale v_1/v_2 ? Se a parità di peso viene raddoppiata la sezione a quanto si riduce la velocità?

Il fatto che sia $\rho \ll \delta$ ci consente di trascurare la forza di galleggiamento di Archimede che (in caso contrario) equivale ad un effetto di diminuzione di peso esprimibile come variazione di densità da δ a $\delta - \rho$.

La specificazione che si tratta di un moto ad alta velocità corrisponde a trascurare la forza viscosa ed esaminare la sola resistenza del mezzo.

La velocità limite corrisponde alla situazione in cui la forza peso diventa uguale alla forza d'attrito (resistenza del mezzo).

Si ha dunque:

$$F_p = mg = V\delta g = \beta\delta g$$

$$F_a = \frac{1}{2} C S \rho v^2 = \frac{1}{2} C l^2 \rho v^2$$

Eguagliando i due termini si ha:

$$l\delta g = \frac{1}{2} C l^2 \rho v^2 \text{ e dunque: } v = \sqrt{\frac{2l\delta g}{C\rho}}$$

Se i corpi hanno la stessa forma e sono dello stesso materiale poiché la massa è proporzionale al volume la condizione $m_1/m_2 =$

$$2 \text{ equivale a } (l_1/l_2)^3 = 2 \text{ e cioè } l_1/l_2 = \sqrt[3]{2}$$

Poiché, a parità di altre condizioni $v \propto \sqrt{l}$ si ha $l_1/l_2 = \sqrt[6]{2}$

Se invece a parità di peso si raddoppia la sezione non si può più considerare valida la relazione trovata (valida se il corpo ha la forma prescelta) e si ha:

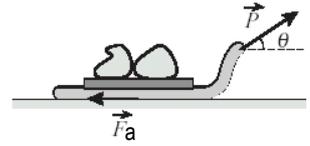
$\frac{1}{2} C S \rho v^2 = mg$. Poiché il peso non cambia possiamo affermare che $v \propto \frac{1}{\sqrt{S}}$ e dunque la velocità diventa $\frac{1}{\sqrt{2}}$ del valore

precedente.

Nota di correzione: prestare attenzione alle ultime due risposte cui non ha fatto fronte nessuno.

07/02/2006 III F PNI attrito compressione, conoscenza

1. Una slitta di massa m viene trascinata a velocità costante sulla neve in presenza di un coefficiente d'attrito μ . La fune che tira la slitta forma un angolo θ con il piano orizzontale, come mostrato in figura. Quando la slitta si muove orizzontalmente a velocità costante, l'intensità della forza \vec{P} impressa dalla fune è: ...Disegnare il diagramma del corpo libero e scrivere le



equazioni, risolverle e trovare la risposta $\frac{\mu F_p}{\cos\theta + \mu\sin\theta}$

La forza minima si ha quando $\theta = \frac{1}{2} \pi - \arctan(1/\mu)$ sapresti dire perché alla luce del risultato fornito e delle tue conoscenze di goniometria?

Con riferimento al diagramma del corpo libero disegnato qui a fianco in condizione di equilibrio dinamico si ha

$$P \cos\theta = F_a; \text{ ma } F_a = \mu N \text{ mentre } N = F_p - P \sin\theta$$

$$\text{Dunque deve essere } P \cos\theta = \mu (F_p - P \sin\theta)$$

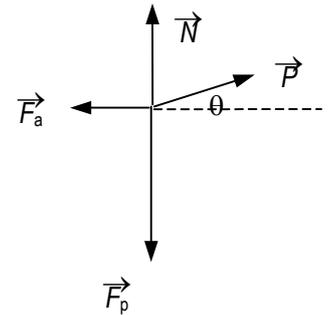
$$\text{ovvero } P = \frac{\mu F_p}{\cos\theta + \mu\sin\theta}$$

La forza è minima quando $\mu/(\cos\theta + \mu\sin\theta)$ è minima, cioè quando $(1/\mu) \cos\theta + \sin\theta$ è massima.

Per la identità della combinazione lineare di seni e coseni essa è corrisponde ad una sinusoidale traslata di un angolo $\varphi = \arctan(1/\mu)$.

La funzione seno è massima quando $\theta + \arctan(1/\mu) = \pi/2$ ovvero $\theta = \pi/2 - \arctan(1/\mu)$

Nota di correzione: ancora diffusa la tendenza a valutare male N che viene imputata al solo peso. N è la reazione vincolare che rende nulla la risultante in direzione ortogonale al vincolo. Solo due persone hanno affrontato l'ultima domanda.



2. Un paracadutista sta scendendo verticalmente alla velocità di regime con il paracadute ancora chiuso. Ad un certo istante apre il paracadute e, dopo un breve intervallo di tempo, raggiunge una nuova velocità di regime, molto più bassa. Le intensità della forza di resistenza dell'aria sul paracadutista nelle due situazioni a regime, rispettivamente con il paracadute aperto e chiuso sono uguali o sono diverse? Spiegare
In condizioni di regime la forza d'attrito è pari alla forza peso che, nei due casi non cambia. Pertanto anche le forze d'attrito sono uguali.

Nel primo caso la F_a è fortemente dovuta alla velocità elevata, nel secondo caso alla sezione traversa.

Nota di correzione: domanda con alto potere di distrazione. Appena si apre il paracadute le due forze sono molto diverse ma, andando a regime, esse tornano uguali.

3. Se un corpo cade in un fluido come si può stabilire se si è in regime viscoso o in regime di resistenza del mezzo? Quali caratteristiche del corpo influenzano i due estremi?

Bisogna fare il rapporto tra la forza di resistenza del mezzo e la resistenza viscosa. Se si ottiene un numero $\gg 1$ prevale la prima se invece il numero $\rightarrow 0$ prevale la seconda.

Il rapporto delle due forze vale

$\frac{F_R}{F_v} = \frac{C}{2D} \frac{\rho v^2 A}{\eta v l}$ dove C e D sono costanti adimensionali. Se si assume che sia $A \propto l^2$ e che le costanti adimensionali non siano molto diverse (cioè che la forma pesi in maniera equivalente su entrambi i fenomeni) si ha:

$\frac{F_R}{F_v} \approx \frac{\rho v l}{\eta}$ questo rapporto è detto numero di Reynolds e da esso si vede che si ha il regime viscoso per η elevato piccole dimensioni e basse velocità e viceversa per il regime turbolento da resistenza del mezzo.

Nota di correzione: il numero di Reynolds va spiegato e, in particolare è importante trarne le conclusioni dopo averlo trovato.

4. Discutere come cambia la forza d'attrito di un corpo in quiete su un piano inclinato al cambiare dell'angolo di inclinazione partendo da inclinazione nulla.

Al crescere della inclinazione diminuisce N ($N = F_p \cos \alpha$) e dunque cresce la forza d'attrito massima ma contemporaneamente cresce la componente del peso in direzione tangenziale che vale $F_p \sin \alpha$. La forza d'attrito continua a crescere adeguandosi a $F_p \sin \alpha$ finché, raggiunto il suo valore massimo, essa non cresce più e il corpo passa dalla condizione di moto incipiente a quella di moto accelerato.

Nota di correzione: quando il corpo è fermo si ha $F_a = F_p \sin \alpha \leq \mu N = \mu F_p \cos \alpha$. Quasi tutti hanno invece identificato la forza d'attrito con il suo valore massimo. La domanda serviva proprio a vedere se c'era o no chiarezza su questo punto.

5. Spiegare in forma qualitativa perché la forza d'attrito radente (statica e dinamica) non dipende dalla estensione della superficie a contatto.

Al crescere della superficie aumentano le microasperità a contatto ma esse, a parità di forza premente, risultano meno compenstrate e dunque si ha una specie di bilanciamento dei due effetti che determina lo stesso valore di F_a .

Nota di correzione: qualcuno ha scritto che non dipende perché la legge non lo prevede che, come spiegazione, non è un gran che.

6. Se la affermazione precedente è vera, ed è vera, come mai su strade ghiacciate o in presenza di pioggia è conveniente diminuire di un po' la pressione dei pneumatici?

Diminuendo la pressione aumenta la superficie di contatto e ciò rende il moto più stabile. Non si deve considerare solo l'attrito ma anche il fatto che se la macchina salta o sbanda si va fuori strada.

7. Illustrare il concetto di velocità limite e quali siano i parametri da considerare per la sua determinazione.

La velocità limite è la velocità costante con cui un corpo cade in un fluido in presenza di forze d'attrito interno.

Essa può essere ottenuta eguagliando la forza in direzione del moto (solitamente il peso) alla forza d'attrito dipendente dalla velocità. Infatti la condizione $a = 0$ corrisponde a velocità costante.

Nota di correzione: in genere sono state scritte troppe cose e si è trascurato l'essenziale e cioè che la forza d'attrito interno cresce al crescere della velocità che cresce (sempre più lentamente) per effetto di una accelerazione decrescente.

20 febbraio 2006 III B dinamica e attrito

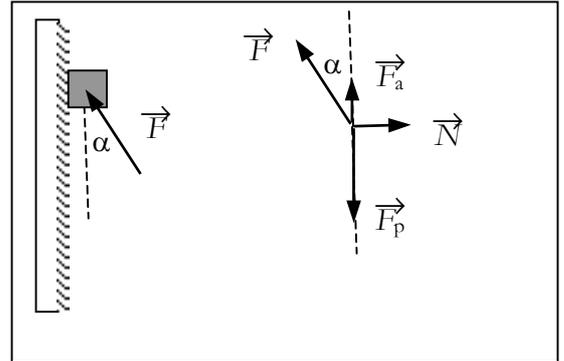
1) A cosa serve la II legge della dinamica?

A determinare la accelerazione di un corpo puntiforme di cui sono note la massa e la risultante delle forze applicate. Determinata la accelerazione si risale poi, tramite il metodo dell'area alla velocità e alla posizione nel tempo (note posizione e velocità iniziali).

2) Se la forza \vec{F}_1 applicata ad un corpo puntiforme produce la accelerazione \vec{a}_1 , quanto vale la accelerazione prodotta da una forza \vec{F}_2 applicata allo stesso corpo?

La prima condizione consente di calcolare la massa $m = F_1 / a_1$ Nota m si ha $\vec{a}_2 = \frac{1}{m} \vec{F}_2$

3) Un corpo di massa m appoggiato ad una parete verticale con coefficiente d'attrito μ è mantenuto in equilibrio dalla forza d'attrito dovuta all'azione premente di una forza \vec{F} che forma un angolo α con la verticale.



a) Disegnare sul testo, accanto alla figura il diagramma del corpo libero

Vedi: il testo non specifica in che verso agisce la forza d'attrito la qual cosa dipende dal valore di F_p rispetto a $F \sin \alpha$. Viene scelta una delle due possibilità

b) Quanto vale F_a ?

Siamo in equilibrio e dunque $F_a = F_p - F \cos \alpha$

c) Quanto vale N ?

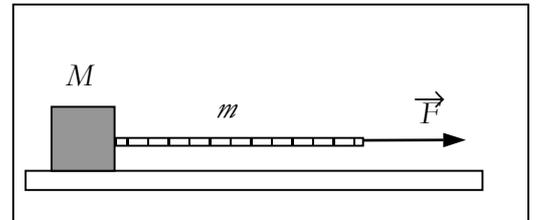
$N = F \sin \alpha$

d) Se si fa aumentare la massa (e quindi il peso) ad un certo punto il corpo inizia a strisciare. Per quale valore di m ciò avviene?

Il corpo inizia a strisciare quando la F_a non riesce più ad aumentare cioè quando raggiunge il suo valore massimo $F_{aMAX} = \mu N = \mu F \sin \alpha$ e ciò si realizza quando

$$\mu F \sin \alpha = F_p - F \cos \alpha \text{ cioè per } m = \frac{1}{g} F(\mu \sin \alpha + \cos \alpha)$$

4) Quando si studia un moto del tipo rappresentato in figura non si prende in esame l'azione del peso.



a) Come mai?

Perché il peso viene equilibrato dalla reazione vincolare.

b) Quanto vale la accelerazione del sistema dei due corpi?

$$a = \frac{F}{M + m}$$

c) Se interviene l'azione dell'attrito (coefficiente dinamico μ_d) quanto vale la accelerazione?

$$F_a = \mu_d Mg \text{ e } a = \frac{F - F_a}{M + m}$$

5) La forza d'attrito interno dovuta alla resistenza del mezzo è data dalla relazione $F_{RM} = \frac{1}{2} C_x S \rho v^2$. Dimostrare che la relazione è dimensionalmente corretta.

$$[F_{RM}] = M [a] = M L T^{-2}$$

$$[\frac{1}{2} C_x S \rho v^2] = [S][\rho][v^2] = L^2 M L^{-3} (LT^{-1})^2 = MLT^{-2}$$

6) Usando la definizione dimostrare che la viscosità si misura in Pa·s

La viscosità è la costante di proporzionalità tra lo sforzo tangenziale e il gradiente di velocità.

$$\frac{F}{S} = \eta \frac{\Delta v}{\Delta x} \text{ pertanto } [\eta] = N/m^2 / (m/s)/m = Pa \cdot s$$

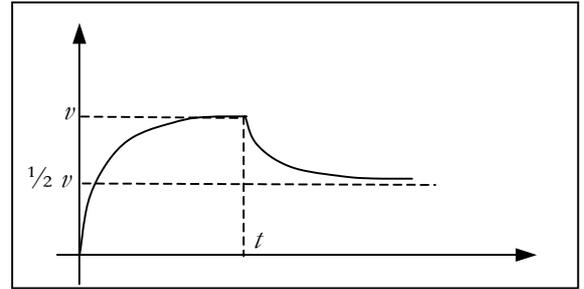
7) Un corpo sta cadendo ad alta velocità in un mezzo in regime turbolento e il diagramma rappresenta l'andamento della velocità nel tempo.

a) Dopo che è stata raggiunta la velocità limite v all'istante t un meccanismo interno fa quadruplicare la sezione del corpo senza che cambino la sua forma e il suo peso. Disegnare sul diagramma l'andamento successivo della velocità precisando il suo valore finale.

Quando si raggiunge nuovamente la velocità limite la forza d'attrito riprende il valore precedente (pari al peso) e dunque si ha $Sv^2 = S'v'^2$ ovvero la velocità è inversamente proporzionale alla radice della sezione. Se la sezione quadruplica la velocità si dimezza. Il processo di andata a regime è identico al precedente, ma questa volta in diminuzione.

b) Che differenza c'è se la forma è cubica oppure sferica a parità di superficie traversa?

Cambia il valore del C_x che nel secondo caso è molto minore (si hanno meno turbolenze). Dunque la velocità limite sarà maggiore.



3D 12/3/2007 leggi della dinamica

Una sola delle seguenti affermazioni è vera, trovala. Scegli poi 4 quesiti e giustifica (per essi) le motivazioni della risposta indicando cosa ti ha indotto a scegliere tra verità e falsità. Nel tuo interesse cerca di dare il massimo di motivazione.

1. a) Se un corpo è soggetto all'azione di una forza costante allora il suo moto è rettilineo. b) I cambiamenti di direzione di un moto sono sempre dovuti all'azione di una forza variabile. c) L'aspetto sperimentale della II legge della dinamica consiste nella proporzionalità tra accelerazione di un corpo e forza applicata. d) La proporzionalità tra forza e accelerazione vale solo quando il moto è rettilineo.

2. a) La proporzionalità tra forza e accelerazione si riferisce solo al caso di forze costanti perché, nel caso di forze variabili, il corpo, per inerzia, non si adatta istantaneamente alle variazioni di forza. b) La proporzionalità tra forza e accelerazione è indipendente dalla velocità con cui si muove il corpo per qualsiasi valore della velocità v . c) La II legge è valida in qualsiasi tipo di sistema di riferimento. d) Come conseguenza della II legge della dinamica possiamo affermare che per determinare il moto circolare uniforme occorre una forza di modulo costante perpendicolare alla velocità.

3. a) Affinché un corpo sottoposto ad una forza \vec{F} variabile possa percorrere una traiettoria curvilinea bisogna che la forza sia sempre diretta verso l'interno della curvatura. b) Un corpo dotato di velocità \vec{v} cui si applica una forza che rimane sempre perpendicolare alla velocità si muove necessariamente di moto circolare uniforme. c) Un corpo soggetto ad una forza costante in direzione verso e intensità si può muovere solo di moto rettilineo. d) Quando si applica una forza \vec{F} a due corpi rigidi a contatto allora la forza con cui il primo corpo spinge il secondo è sempre \vec{F} perché le forze si trasmettono inalterate lungo i corpi rigidi.

4. a) La massa inerziale viene definita attraverso il peso b) La massa inerziale e quella gravitazionale esprimono proprietà diverse ma risultano sempre proporzionali. La costante di proporzionalità dipende dal corpo considerato. c) La massa inerziale e la massa gravitazionale, pur essendo grandezze diverse, possono essere identificate scegliendo opportunamente le unità di misura. d) L'unità di misura della massa si fissa attraverso l'unità di forza.

5. a) Il problema fondamentale della dinamica consiste nel determinare le forze che agiscono su un dato sistema fisico. b) Per risolvere il problema fondamentale della dinamica si utilizza nei calcoli il metodo della tangente. c) Un corpo soggetto all'azione della sola forza di gravità è dotato di un moto orizzontale uniforme indipendentemente dalle condizioni iniziali. d) Un corpo soggetto all'azione della sola forza di gravità si può muovere di moto rettilineo solo se si trova inizialmente in quiete.

6. a) La forza d'attrito impedisce sempre il movimento. b) La forza d'attrito rispetta la III legge della dinamica. c) La forza d'attrito statico tra due corpi è sempre proporzionale alla forza esercitata tra i due corpi in direzione normale alla superficie di contatto. d) Una volta che siano assegnate le caratteristiche delle superfici di contatto e le forze che agiscono in direzione perpendicolare alle stesse, la forza d'attrito statico è completamente determinata.

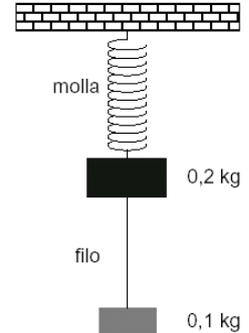
7. a) Il coefficiente di attrito statico può essere determinato misurando con un dinamometro la forza orizzontale minima necessaria a mettere in moto un corpo in quiete e rapportandola con la forza peso. b) Su un piano inclinato di inclinazione φ si ha sempre $\tan \varphi = \mu_s$. c) Il coefficiente d'attrito ha un valore dipendente dal sistema di unità di misura scelto. d) Mentre la forza d'attrito statico ha un valore variabile da 0 a un valore massimo quella d'attrito dinamico ha un valore fissato una volta che siano note la forza in direzione perpendicolare al vincolo e le caratteristiche delle superfici a contatto.

8. a) La I legge della dinamica vale in ogni sistema di riferimento b) La I legge della dinamica corrisponde ad un caso particolare della II legge c) La II legge della dinamica vale in qualsiasi sistema di riferimento e per questo è detta fondamentale d) Se rispetto ad un dato sistema di riferimento vale la II legge della dinamica, la stessa non vale in un sistema accelerato rispetto al primo.

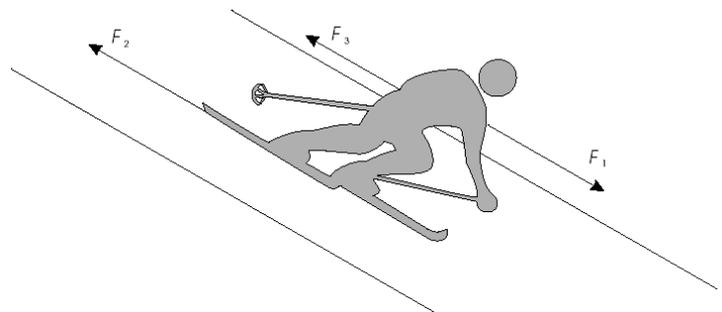
Dinamica 3D 16/3/2007

- Un paracadutista di 80 kg scende verticalmente a velocità costante di 3m/s. Assumendo che l'accelerazione di gravità sia di 10m/s², quale è la forza complessiva che agisce sul paracadutista? ...
 A ...800 N, verso l'alto. B ...Zero. C ...240 N, verso il basso.
 D ...360 N, verso il basso. E ...800 N, verso il basso.

- All'estremità di una molla è sospeso un corpo di 0,2 kg; a questo è attaccato un filo con all'estremità un oggetto di 0,1 kg. La molla è appesa ad un sostegno e tutto il sistema viene lasciato finché non raggiunge lo stato di equilibrio. Cautamente, senza provocare oscillazioni del sistema, il filo viene bruciato e l'oggetto ad esso sospeso cade. Approssimando il valore dell'accelerazione di gravità g con 10m/s², quale forza esercita la molla in questo istante sulla massa di 0,2 kg? ...
 A ...2N verso il basso. B ...3N verso il basso.
 C ...2N verso l'alto. D ...3 N verso l'alto.
 E ...Non è determinabile perché non si conosce la costante elastica della molla.



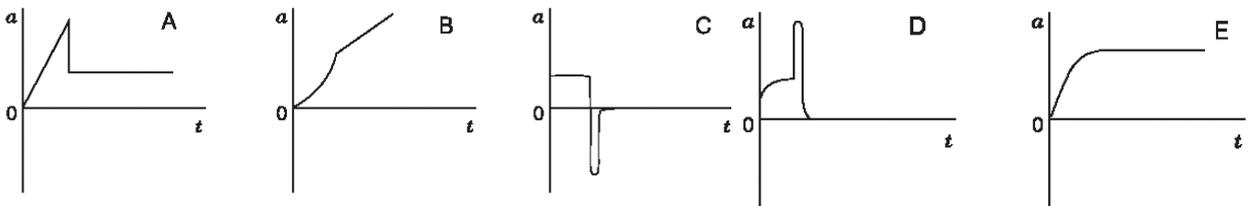
- In figura uno sciatore scende lungo un pendio. Sullo sciatore agiscono le tre forze \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 nella situazione raffigurata \vec{F}_1 ha modulo uguale a \vec{F}_2 , mentre si è osservato che l'intensità di \vec{F}_3 si riduce quando lo sciatore si abbassa piegando le ginocchia.



Considera le tre seguenti affermazioni:
 1 – F_1 aumenta se il pendio si fa più ripido.
 2 – F_2 ha modulo uguale a F_1 anche se il pendio si fa più ripido.
 3 – F_3 si annulla se la velocità dello sciatore è costante.

- Delle affermazioni fatte...
- ...è corretta solo la 1.
 - ...sono corrette tutte tre.
 - ...sono corrette solamente la 1 e la 3.
 - ...sono corrette solamente la 2 e la 3.
 - ...sono corrette la 1 e la 2
- Come mai un corpo che cade nel campo gravitazionale terrestre può raggiungere una velocità costante?
 A ...Perché la resistenza dell'aria cresce al crescere della velocità.
 B ...Perché la terra è approssimativamente un sistema di riferimento inerziale
 C ...Perché il campo gravitazionale terrestre diminuisce a mano a mano che il corpo cade.
 D ...Perché la massa del corpo rimane costante.
 E ...Perché il peso del corpo cresce mentre questo cade.

- Un paracadutista si lancia dall'aereo rimanendo in caduta libera per 2 s, dopodiché apre il paracadute. Quale dei seguenti grafici accelerazione–tempo rappresenta meglio l'accelerazione verticale del paracadutista durante i primi 5s del moto? ...



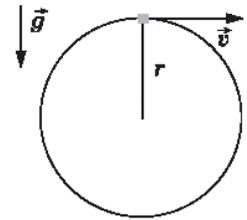
- Durante una partita di baseball, il ricevitore afferra una palla da 0.1kg che gli arriva sul guantone alla velocità di 20m/s e per fermare la palla impiega 0.01s. La media temporale della forza applicata alla palla è: ...
 A ...20N B ...2000N C ...100N D ...1000N E ...200N
- Una massa è sospesa ad una molla. La reazione alla forza di gravità terrestre agente sulla massa è la forza esercitata dalla...
 A ...massa sulla Terra B ...massa sulla molla C ...molla sulla massa
 D ...molla sulla Terra E ...Terra sulla massa

8. Un veicolo compie un giro della morte su una pista circolare disposta in un piano verticale. Qual è la minima velocità che il veicolo deve avere nel punto più alto della pista? ...

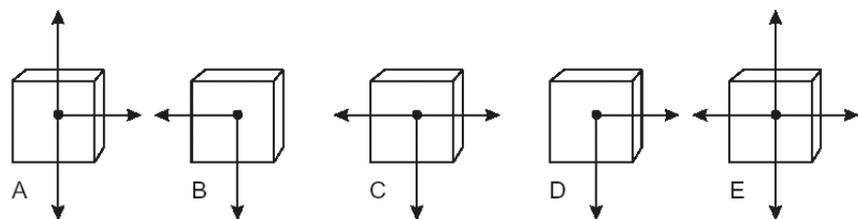
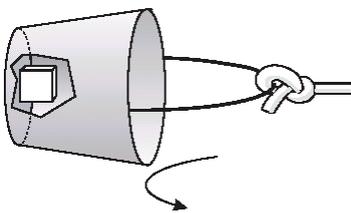
- A ... \sqrt{rg} B ... $\sqrt{2rg}$ C ... $\frac{1}{2}\sqrt{rg}$ A ... $2\sqrt{rg}$
 E ... $\sqrt{rg/2}$

9. La figura rappresenta il diagramma delle forze agenti su un oggetto nelle situazioni seguenti: 1) una sfera di metallo che cade nel vuoto 2) un satellite in orbita attorno alla Terra 3) una palla in quiete sul tavolo del biliardo. Quali sono le affermazioni corrette?

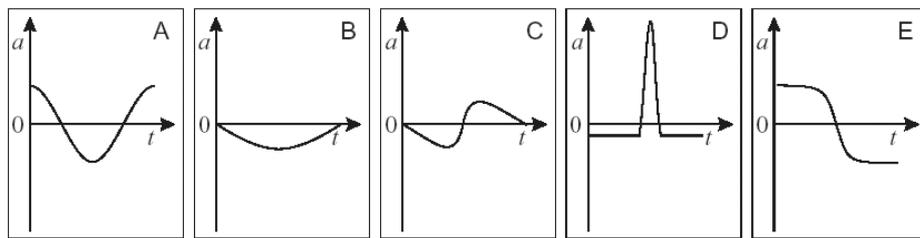
- A ...Tutte e tre B ...Solo la 1 e la 2 C ... solo la 2 e la 3
 D ... solo la 1 E ...solo la 3



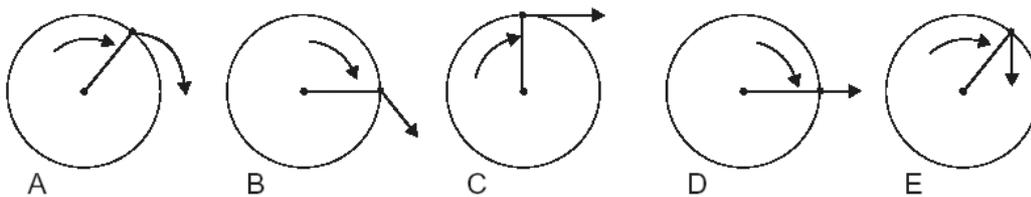
10. Un secchio legato ad una corda viene posto in rotazione uniforme su un piano orizzontale come indicato in figura. Durante il moto rotatorio un oggetto rimane contro il fondo ruvido, senza cadere sulla parete del secchio. Quale dei seguenti diagrammi rappresenta nel modo migliore le forze agenti sull'oggetto in un sistema di riferimento solidale con il terreno?



11. Carlo sta saltando sul tappeto elastico di un Luna Park; ogni volta che cade sul tappeto il rimbalzo lo fa ritornare in alto, al punto di partenza. Considerando un intero periodo del moto a partire dall'istante in cui Carlo si trova alla massima altezza, quale dei seguenti grafici descrive nel modo migliore l'accelerazione verticale a di Carlo in funzione del tempo t ?



12. Le figure qui sotto rappresentano alcune situazioni possibili per un sasso che, attaccato ad uno spago, viene fatto girare su di un piano verticale. Quando il sasso si trova nella posizione indicata, lo spago si rompe ed il sasso vola via. Quale disegno schematizza meglio il tratto iniziale del moto?

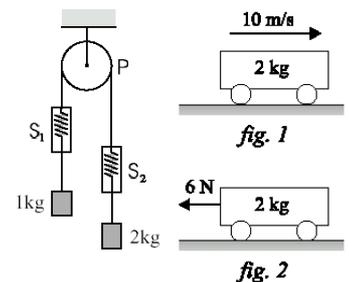


13. Nella macchina di Atwood rappresentata in figura, la puleggia P, i fili inestensibili e i dinamometri S_1 ed S_2 hanno massa trascurabile. NOTA: si assuma in questo caso $g = 10\text{m/s}^2$. Se il sistema viene lasciato libero di muoversi con attrito trascurabile, le indicazioni di S_1 ed S_2 saranno rispettivamente ...

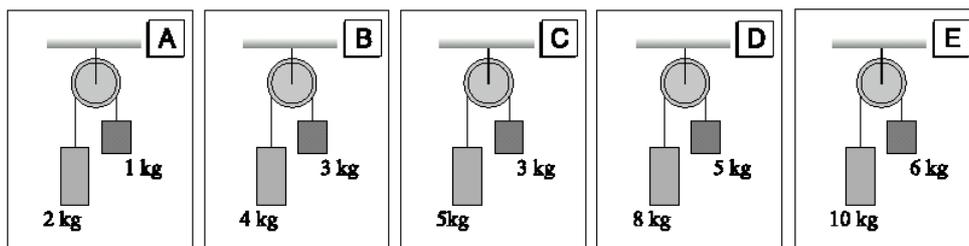
- A... $10/3$ N, $20/3$ N B... $40/3$ N, $40/3$ N C... $20/3$ N, $40/3$ N
 D... $20/3$ N, $20/3$ N E... 10 N, 20 N

14. La figura mostra un carrello di massa uguale a 2 kg, che si muove verso destra con una velocità costante di 10m/s. In un certo istante al carrello viene applicata una forza costante diretta verso sinistra come mostrato in figura 2. L'accelerazione del carrello quando agisce questa forza è:

- A... 3 m/s^2 , verso destra. B... 3 m/s^2 , verso sinistra. C... 7 m/s^2 , verso destra.
 D... 12 m/s^2 , verso destra. E... 12 m/s^2 , verso sinistra.



15. Un disco la cui superficie è uniforme, posto orizzontalmente, ruota intorno a un asse verticale passante per il suo centro. Un piccolo corpo di massa m è appoggiato sul disco a distanza r dal centro e viene trascinato nella rotazione. La velocità angolare del disco viene gradualmente aumentata fino a quando il corpo viene lanciato via; ciò accade quando la velocità angolare è ω_0 . Se il corpo deve essere lanciato via a una velocità angolare minore di ω_0 , quale delle seguenti operazioni possono essere adeguate? 1 – Aumentare il valore di r . 2 – Diminuire il coefficiente di attrito fra corpo e disco. 3 – Diminuire la massa m del corpo. ...
 A...Tutte e tre B...Solo la 1 e la 2 C...Solo la 2 e la 3 D...Solo la 1 e la 3
 E...Nessuna delle tre
16. Un carrello di 2 kg si muove a velocità costante su una pista circolare di 3m di raggio; la forza centripeta applicata al carrello è di 24 N. Trovare la velocità del carrello, in m/s.
 A...4.0 B...6.0 C...12 D...16 E...36
17. Una palla di massa 0.6 kg, inizialmente ferma, viene colpita con una mazza di legno. La palla rimane in contatto con la mazza per 0.2 s e quando se ne discosta la sua velocità è di 25m/s. Quanto vale l'intensità media della forza esercitata dalla palla sulla mazza?
 A...3N B...8.3N C...15N D...75N E...150N
18. Un ragazzo di 50 chili che si trova sulla superficie della Terra esercita sulla Terra una forza di attrazione gravitazionale che, espressa in newton, è meglio approssimata da:
 A... $3 \cdot 10^{-5}$ B...50 C...500 D... $2 \cdot 10^{14}$ E... Non ci sono dati sufficienti
19. Ciascuna delle figure qui sotto rappresenta due blocchi connessi da un filo inestensibile e di massa trascurabile che passa in una carrucola, anch'essa di massa trascurabile, che può ruotare senza attrito. In quale caso il modulo dell'accelerazione dei due blocchi sarà maggiore?



20. Un paracadutista sta scendendo verticalmente alla velocità di regime con il paracadute ancora chiuso. Ad un certo istante apre il paracadute e, dopo un breve intervallo di tempo, raggiunge una nuova velocità di regime, molto più bassa. Si confrontino le intensità della forza di resistenza dell'aria sul paracadutista nelle due situazioni a regime, rispettivamente con il paracadute aperto e chiuso. Quale delle seguenti affermazioni è corretta?
 A...Il rapporto tra le due intensità è uguale al rapporto tra le due velocità.
 B...Il rapporto tra le due intensità è uguale all'inverso del rapporto tra le due velocità.
 C...L'intensità della forza a paracadute aperto dipende dalle dimensioni del paracadute.
 D...La forza a paracadute chiuso è più intensa a causa della maggiore velocità.
 E...Le due intensità sono uguali.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
esatte				errate				mancanti				punti				voto			

2F PNI 12 gennaio 2008 conoscenze dinamica e qdm

Consegne: rispondere a 8 domande tra le prime 10 e ad almeno 3 delle successive

1) A cosa serve la I legge della dinamica?

Consente di fissare la classe di sistemi di riferimento (sistemi inerziali) entro cui si stabilisce poi la validità della seconda. Un sistema di riferimento è detto inerziale se, visto da esso, un corpo soggetto a risultante nulla si muove di moto rettilineo uniforme.

2) Come viene definita la massa inerziale di un corpo?

È il rapporto costante tra forza applicata ad un corpo e accelerazione che il corpo subisce. Tale rapporto è un numero positivo perché forza ed accelerazione hanno sempre stessa direzione e verso.

3) Nel definire la massa inerziale cosa si deve precisare sulla velocità?

La relazione di proporzionalità vale solo quando $v \ll c$. Al crescere di v la proporzionalità cessa e il rapporto aumenta (si dice che la massa aumenta e si parla di ambito relativistico).

4) Come si enuncia la II legge della dinamica?

In un s.r.i. (definiti tramite la I) le forze producono accelerazioni ad esse proporzionali e con lo stesso verso. La dipendenza è istantanea e non dipende da v (per basse velocità). Tale proporzionalità consente di definire la massa inerziale.

5) Cosa sono le forze esterne di un sistema fisico?

Sono le forze esercitate da corpi esterni al sistema su corpi interni al sistema.

6) Perché la risultante di tutte le forze agenti su un sistema fisico corrisponde alla sola risultante delle forze esterne?

Le forze interne si annullano a coppie per la III legge della dinamica e dunque si annulla anche la loro somma. Lo stesso non accade per le forze esterne perché nella somma non compaiono le forze esercitate da corpi facenti parte del sistema su corpi esterni al sistema.

7) Quando si può applicare il teorema di conservazione della quantità di moto? Come mai negli urti lo si applica sempre?

In tutti i sistemi isolati (risultante delle forze esterne trascurabile). La si applica anche quando si è in presenza di forze interne di intensità così alta (urti) da rendere trascurabile l'azione delle forze esterne anche se la risultante delle forze esterne non è trascurabile.

8) Cosa accade durante un urto totalmente elastico?

Si conserva l'energia cinetica totale del sistema

9) Che differenza c'è tra un rinculo e un urto totalmente anelastico?

Sono la stessa cosa a parti invertite (rispetto al tempo).

10) Se si applica ad un corpo di massa m una forza \vec{F} perpendicolare alla velocità \vec{v} e di modulo costante cosa accade al corpo? Spiega la risposta

Per la II legge della dinamica si ha una accelerazione centripeta e dunque il corpo si muove di moto circolare uniforme (la uniformità è garantita dalla assenza di accelerazione tangenziale, la circolarità dalla perpendicolarità tra \vec{v} e \vec{F}).

11) Se un corpo di massa m dotato di velocità \vec{v} ne urta di urto totalmente anelastico un altro di massa M come mai la velocità finale \vec{v}' è diretta come \vec{v} ma ha modulo minore? Spiega

Per la conservazione della quantità di moto si ha $m\vec{v} = (M + m)\vec{v}'$ e dunque $\vec{v}' = \vec{v} \frac{m}{m + M}$ ne segue che a) $\vec{v}' \parallel \vec{v}$ b) $v' < v$ perché $\frac{m}{m + M} < 1$

12) La gittata di un oggetto lanciato con velocità iniziale $\vec{v}_0 \equiv (v_{0x}, v_{0y})$ si dimostra che vale $X = \frac{2 v_{0x} v_{0y}}{g}$.

Sapresti dimostrare che, fissato v_0 si ha la gittata massima quando $v_{0x} = v_{0y}$ cioè quando l'angolo è di 45° ? È stato fissato v_0 e dunque al variare dell'angolo le due componenti v_{0x} e v_{0y} prendono i valori dei cateti di un triangolo rettangolo (sono tra loro perpendicolari) di ipotenusa v_0 . Dunque la gittata è proporzionale all'area di tale triangolo e tale area è massima quando è massima l'altezza (la base è fissata). Ciò si verifica quando il triangolo è rettangolo isoscele (angolo di 45°)

e in tal caso la gittata diventa $X = \frac{2 v_0 v_0}{2g} = \frac{v_0^2}{g}$

13) Con riferimento alla domanda precedente sapresti spiegare perché per due angoli di lancio tra loro complementari si ha la stessa gittata?

Nel caso di angoli complementari si scambiano tra loro le componenti $v_{0x1} = v_{0y2}$ e $v_{0y1} = v_{0x2}$; il prodotto non cambia e dunque non cambia la gittata.

14) Una particella di massa m e velocità \vec{v} ne urta un'altra in quiete con la stessa massa. Dopo l'urto le due particelle si muovono con velocità \vec{v}_1 e \vec{v}_2 . Qual è la relazione tra \vec{v} , \vec{v}_1 e \vec{v}_2 e qual è il suo significato geometrico?

Per la conservazione della quantità di moto si ha $m\vec{v} = m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2$ e semplificando per m si ottiene $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$ ovvero le tre velocità sono i lati di un triangolo.

15) Con riferimento al caso precedente se l'urto è elastico (e cioè se si conserva anche l'energia cinetica) devi aggiungere una seconda relazione. Qual è il suo significato geometrico?

Si conserva anche l'energia cinetica e dunque semplificando per 2 e per m si ha $v^2 = v_1^2 + v_2^2$ ovvero nel triangolo vale la relazione pitagorica e dunque il triangolo è rettangolo. Quando si urtano di urto elastico due oggetti della stessa massa e uno dei due è fermo i due oggetti se ne vanno formando tra loro un angolo di 90° .

16) Come si scrive l'energia cinetica di una particella di quantità di moto \vec{p} e massa m ? Spiega.

$E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \frac{(mv)^2}{m} = \frac{p^2}{2m}$ questa relazione risulta utile quando si debba usarla insieme alla conservazione della quantità di moto (per esempio negli urti).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		

11	12	13	14	15	16		

III A 4 aprile 2008 dinamica e leggi conservazione: conoscenza e comprensione

1. Illustrare le principali proprietà di natura sperimentale del peso di un corpo soffermandosi su quella che consente di definire la massa gravitazionale.

Il peso è una caratteristica misurabile di un corpo (forza orientata che determina il nostro senso di alto e “basso”) che dipende dal luogo e dalle caratteristiche del sistema di riferimento in cui si effettua la misura. In uno stesso luogo il rapporto dei pesi di due corpi non dipende dal luogo in cui si effettua la misura ed è dunque una loro caratteristica relazionale. La massa è definita

attraverso la relazione $\frac{M}{M_c} =_{\text{def}} \frac{p}{p_c}$

2. Cosa dice la legge di Hooke per l'allungamento di un corpo elastico omogeneo di lunghezza iniziale l_0 e superficie S ? Cos'è il modulo di Young?

Applicando una forza F si osserva un allungamento Δl proporzionale a F , a l_0 e inversamente proporzionale a S e si scrive

sforzo $\sigma = \frac{F}{S} = E \varepsilon = E \frac{\Delta l}{l_0}$. Il modulo di Young è un numero dipendente dal materiale che fa da fattore di proporzionalità tra

l'allungamento relativo e lo sforzo e ha le dimensioni dello sforzo (N/m^2 o Pascal).

3. Come mai un sistema di riferimento in moto circolare rispetto ad un sistema inerziale sicuramente non è inerziale?

Perché se nel sistema inerziale un corpo si muove in linea retta, rispetto ad uno in moto circolare la sua traiettoria apparirà come curva all'indietro rispetto al verso di rotazione e dunque un corpo in moto rettilineo uniforme verrà visto muoversi di moto curvilineo

4. Definizione e principali proprietà della massa inerziale.

In un sistema inerziale le forze applicate a corpi puntiformi producono accelerazioni ad esse proporzionali a condizione che la velocità del corpo sia molto minore di c ($300'000$ km/s). Si chiama massa inerziale la costante di proporzionalità che esprime la maggiore o minore opposizione di un corpo a lasciarsi accelerare. La massa inerziale è additiva cioè la massa della unione di due corpi è la somma delle masse.

5. Spiegare la ragione per cui si è stabilito di utilizzare le molle come indicatori dell'azione di una forza

Perché tutte le molle sono tra loro regolari. Se si prende l'allungamento di una come misuratore di forza ogni altra molla subisce allungamenti proporzionali alla forza (misurata dalla prima) e dunque qualunque molla va bene per misurare le forze. Inoltre le molle risultano regolari rispetto alle deformazioni di altri corpi detti corpi elastici.

6. La forza, rispetto ai comuni vettori presenta due elementi in più: quali? In quali contesti sono rilevanti?

Si tratta del punto di applicazione e della retta di applicazione. In generale due forze con identico verso, direzione e modulo producono effetti diversi quando si cambiano o la retta o il punto. Per esempio uno stesso vettore applicato a un corpo rigido esteso può indurre traslazioni o rotazioni a seconda della retta di applicazione. In un corpo deformabile cambiando punto di applicazione cambia la deformazione.

7. Perché dire che la risultante di un sistema di forze applicate ad un corpo rigido è nulla è una condizione necessaria ma non sufficiente per l'equilibrio (spiegare sia la necessità che la non sufficienza).

E' necessaria perché se $\vec{R} \neq 0$ si ha traslazione; non è sufficiente perché una coppia di forze (risultante zero ma momento diverso da zero) induce comunque rotazioni.

8. Sono date due forze parallele e discordi \vec{F}_1 e \vec{F}_2 (con $F_1 > F_2$) applicate ad un corpo rigido lungo rette d'applicazione diverse. Dove si trova la risultante \vec{R} , quanto vale e come è orientata?

La risultante è parallela alle due, all'esterno dalla parte di \vec{F}_1 , ha il verso di \vec{F}_1 e modulo $R = F_1 - F_2$. La retta di applicazione, indicate con b_1 e b_2 le due distanze è data da $F_1 b_1 = b_2 F_2$

9. Cosa si intende dicendo che il peso e la forza di gravità si identificano nella maggior parte dei casi; cioè in quali contesti differiscono?

Il peso e la gravità differiscono nei sistemi di riferimento non inerziali perché se un corpo è in caduta libera (lungo la verticale o in orbita) il suo peso si annulla (il vincolo cade con lui) mentre la forza di gravità è pienamente operante.

10. Se è vero che le forze di interazione compaiono sempre a coppie con la stessa retta di applicazione, intensità e con verso opposto, come è possibile che dalla interazione possa scaturire un movimento in precedenza assente

Le forze di interazione hanno punti di applicazione diversi. Per esempio quando si cammina il piede spinge la terra all'indietro e la terra spinge il piede in avanti. Si producono due accelerazioni molto diverse a causa della diversità delle masse coinvolte.

11. Perché per trovare la posizione della risultante di un sistema di due forze parallele si applica la *golden rule* e dunque si annulla il momento delle forze: cosa c'entra la risultante con l'equilibrio?

La equilibrante è una forza con verso opposto alla risultante e medesimo modulo. Ipotezzando di applicare l'equilibrante il sistema sarà in equilibrio e dunque si potrà applicare l'annullamento dei momenti rispetto ad un polo posto sulla retta della risultante e ciò porterà alla *golden rule*.

12. Data una forza \vec{F} collocata in un piano lungo una retta r dare la definizione di momento della forza rispetto ad un punto P. In che unità si misura? Secondo te perché non si misura in J?

Il momento è dato dal prodotto tra il modulo della forza e il braccio (distanza tra punto e retta di applicazione) e viene preso convenzionalmente positivo nel caso delle rotazioni antiorarie e negativo in caso contrario. Si misura in N·m e non in Joule che dimensionalmente coincidono perché si vuol sottolineare che non si tratta di una energia.

13. Perché quando si studia l'equilibrio di un corpo rigido nel calcolare il momento ci si può riferire ad un punto qualsiasi? Con che criterio si sceglie il punto?

Perché si dimostra facilmente che se $\vec{R} = 0$ allora $\sum M_i$ non dipende dal polo mentre ogni singolo momento dipende dal polo. Il polo si sceglie nel punto più comodo e cioè dove passano le rette di applicazione del maggior numero di forze. Ciò semplifica le equazioni nei conti sull'equilibrio.

14. Perché la II legge della dinamica è considerata *fondamentale* in meccanica?

Perché permette di trovare (note le forze e le masse) tutte le accelerazioni e, di qui, se sono note le condizioni iniziali del moto di risalire (con il metodo dell'area) a tutte le equazioni orarie.

15. In non più di 5 righe delineare gli aspetti quantitativi principali che caratterizzano la forza d'attrito radente statico: da cosa dipende e da cosa non dipende.

Si tratta di una forza variabile da 0 a un valore massimo F_{\max} che è proporzionale alla forza premente (calcolabile tramite la reazione vincolare), dipende dallo stato delle superfici a contatto e non dipende dalla loro estensione.

16. Due forze diverse, applicate ad uno stesso corpo che può strisciare su un altro, possono dar luogo ad una stessa forza d'attrito dinamico. Spiega come mai. Queste due forze produrranno la stessa accelerazione?

Ciò che conta è solo la forza premente e dunque indicato con θ l'angolo rispetto alla normale basta che sia $F_1 \cos\theta_1 = F_2 \cos\theta_2$ perché le due forze di attrito siano uguali. Le accelerazioni saranno diverse perché saranno in generale diverse le due forze tangenziali $F_1 \sin\theta_1$ e $F_2 \sin\theta_2$ che andranno composte con le due forze d'attrito uguali.

17. Un corpo rigido è sottoposto all'azione di 3 forze parallele con $\vec{R} = 0$. Supponendo che le tre forze diano luogo ad un momento M cosa bisogna fare per equilibrare il corpo?

Basta applicare una coppia di forze con momento $-M$. La coppia non farà variare l'annullamento della risultante e farà annullare il momento totale.

18. Se si applicano una forza \vec{F}_1 ad un corpo di massa m_1 esso si muove con accelerazione \vec{a}_1 e una forza \vec{F}_2 ad un corpo di massa m_2 esso si muove con accelerazione \vec{a}_2 . Perché da ciò non segue che applicando la forza $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$ al sistema costituito dai due corpi si ha una accelerazione $\vec{a}_1 + \vec{a}_2$?

Poiché le masse sono additive si avrà per la seconda legge della dinamica una accelerazione $\vec{a} = \frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_2}{m_1 + m_2} \neq \frac{\vec{F}_1}{m_1} + \frac{\vec{F}_2}{m_2} = \vec{a}_1 + \vec{a}_2$

19. Tre forze applicate ad un corpo rigido giacciono in un piano ma le tre rette di applicazione, pur non essendo parallele non convergono in uno stesso punto. Descrivere come si potrebbe operare per determinare la risultante.

Basta trovare la risultante di due (che convergono sicuramente) e poi confrontare con la III. Se \vec{F}_{12} concorre con \vec{F}_3 si usa la somma vettoriale come prima se invece \vec{F}_{12} e \vec{F}_3 sono parallele si lavora con i momenti

20. Come è noto non si riesce mai a far girare di moto uniforme una pietra sospesa ad una fune, su traiettorie circolari disposte in un piano verticale. Alla luce della II legge della dinamica e della analisi delle forze in gioco spiegare la ragione di questo fatto.

La tensione della fune è centripeta e si somma al peso che è verticale producendo una risultante non centripeta e dunque una accelerazione non centripeta. Ciò rende impossibile il moto circolare uniforme. Si produce un moto circolare non uniforme cioè si ha la presenza di una accelerazione tangenziale.

21. Si chiama velocità di regime quella in cui la forza d'attrito fa equilibrio al peso. Un paracadutista sta scendendo verticalmente alla velocità di regime con il paracadute ancora chiuso. Ad un certo istante apre il paracadute e, dopo un breve intervallo di tempo, raggiunge una nuova velocità di regime, molto più bassa della precedente. Le intensità della forza di resistenza dell'aria sul paracadutista nelle due situazioni a regime, rispettivamente con il paracadute aperto e chiuso sono uguali o sono diverse? Spiegare

Nei due casi il corpo si muove di moto rettilineo uniforme e dunque, raggiunte le velocità di regime, le due forze d'attrito sono uguali e sono pari al peso cui fanno equilibrio in modo che si abbia accelerazione zero. Nel primo caso si ha una alta velocità e una piccola superficie, nel secondo accade il contrario.

22. A cosa serve la I legge della dinamica?

A stabilire il carattere inerziale o non inerziale del sistema di riferimento che si sta utilizzando e ciò determina la possibilità o meno di applicare la II legge della dinamica.

23. Dare la definizione di lavoro per una forza costante \vec{R} applicata ad un corpo puntiforme che si sposta di $\vec{\Delta r}$ in linea retta formando un angolo α con la forza. Come ci si deve regolare se la forza non è costante o lo spostamento non è rettilineo?

$\mathcal{L} = R \cos \alpha \Delta r$. Se la forza è variabile o lo spostamento non è rettilineo si divide la traiettoria in tratti elementari in cui si possa usare la definizione precedente. Calcolato per ogni tratto il lavoro elementare $\delta \mathcal{L}$ si fa la somma.

24. Dimostrare che se un corpo di massa m che all'istante t_1 è dotato di velocità v_1 subisce tra t_1 e t_2 l'azione di una forza variabile descritta da un diagramma $F(t)$ si ha: $v_2 = v_1 + \frac{\text{area}}{m}$

area = $\sum F \delta t = \sum m \delta v$ per la II legge della dinamica, ma $\sum m \delta v = mv_2 - mv_1$ dividendo per m si ha $v_2 - v_1 = \frac{\text{area}}{m}$

25. Perché se un corpo di massa m sottoposto all'azione di una forza \vec{F} si muove di $\vec{\Delta r}$ in linea retta formando un angolo α con la forza è necessaria la presenza di una seconda forza. Quanto vale e come deve essere diretta?

La componente tangenziale della forza determina una variazione di energia cinetica, ma la componente normale producendo una accelerazione normale determinerebbe una curvatura della traiettoria. Per avere il moto rettilineo bisogna dunque far agire una forza uguale e contraria alla componente normale $F \sin \alpha$. Tale forza è solitamente dovuta ad un vincolo (per esempio una rotaia).

26. Un corpo di quantità di moto \vec{p} interagisce con un altro di massa molto maggiore e si arresta. Da cosa dipende la forza esercitata sul primo corpo dal secondo? Cosa si deve fare per minimizzarla?

Per il teorema dell'impulso $F \Delta t = 0 - p = -p$ e dunque si ha una forza opposta alla quantità di moto originaria e il cui modulo è inversamente proporzionale alla durata dell'interazione. Per minimizzare la forza occorre aumentare il più possibile Δt .

27. Perché solo la componente tangenziale della forza è in grado di modificare l'energia cinetica di un corpo? Perché la componente tangenziale determina una accelerazione tangenziale che è la sola in grado di cambiare il modulo della velocità e con esso l'energia cinetica ($a_t = \frac{\delta v}{\delta t}$). La componente normale non lavora e dunque non cambia l'energia cinetica (serve invece a curvare la traiettoria).

28. Come mai tutti i sistemi a leva possono rompersi nel fulcro?

Perché nel fulcro applicata la equilibrante e se la leva è molto favorevole (bracci molto diversi) essa può raggiungere valori molto elevati perché con piccole potenze si vincono grandi resistenze.

29. Dato un corpo rigido cos'è il diagramma del corpo libero?

E' il diagramma in cui si rappresentano tutte le forze agenti sostituendo i vincoli con le corrispondenti reazioni vincolari.

30. Cos'è la tensione di una fune? In quali contesti si può affermare che si la stessa in tutti i punti?

E' la forza che indicherebbe un dinamometro collocato nel punto in cui la si vuole misurare. La tensione dipende dal punto in cui la si misura (basta usare la II legge della dinamica) ed è invece la stessa se la fune ha massa trascurabile o se essa si sta muovendo di moto uniforme.