

## Prova Scritta di Fisica Newtoniana - A

Corsi di Laurea in Fisica e in Matematica, Università di Trieste, A.A. 2017-2018 - 07.12.2017  
Soluzioni

parte I: 6 domande, 40 minuti;

risposte corrette: +2 punti, risposte sbagliate o mancanti: 0 punti

- (1) Uno studente vuole determinare lo spessore di un sottile foglio di carta. Misura col calibro lo spessore di una risma di 80 fogli e trova che sia  $h = 1,27$  cm. Divide poi  $h$  per il numero di fogli. Quale è il risultato corretto?

Considerando 80 fogli un numero esatto ed applicando alla lettera le regole per le cifre significative, la risposta corretta è 0,159 mm. È stata considerata valida anche la risposta: 0,16 mm.

*Percentuale di risposte corrette: ...%*

*Rivedere: ...*

- (2) Un proiettile viene lanciato orizzontalmente con velocità di 25 m/s dalla sommità di una torre alta 75 m. Quanto tempo (in secondi) impiega il proiettile a raggiungere il terreno?

La componente verticale della velocità iniziale è nulla, quella orizzontale non influisce sulla componente verticale del moto uniformemente accelerato:  $h = (1/2)gt^2 = 75$  m, da cui la soluzione migliore è  $t = \sqrt{2h/g} = 3.91$  s

*Percentuale di risposte corrette: ...%*

*Rivedere: ...*

- (3) Quanta forza è necessaria per sollevare un oggetto sottoposto alla sua forza peso di 98 N (vicino alla superficie terrestre) imprimendogli un'accelerazione verso l'alto di  $9.8 \text{ m/s}^2$  ?

Se la forza peso o gravitazionale, diretta verso il basso, è  $\vec{F} = m\vec{g} = -98[N]\hat{j}$  (asse y diretto verso l'alto,  $\vec{g} = -g\hat{j} = -9.8[m/s^2]\hat{j}$ ), la massa dell'oggetto è  $m = F/g = 10$  kg. Per accelerarlo verso l'alto con accelerazione  $\vec{a} = 9.8[m/s^2]\hat{j}$ , è necessario applicare al corpo dal basso verso l'alto una forza di contatto  $\vec{F}_N = 196[N]\hat{j}$ ; tale cioè che la risultante sia  $\vec{F} + \vec{F}_N = m\vec{a}$  ovvero, passando alle componenti,  $-98[N] + 196[N] = 10[kg] \times 9.8[m/s^2]$ .

*Percentuale di risposte corrette: ...%*

*Rivedere: ...*

- (4) Quale forza frenante (costante) viene fornita ad un'automobile di massa 3000 kg che, viaggiando inizialmente ad una velocità di 35 m/s viene fermata in 12 s ?

L'accelerazione costante coincide con l'accelerazione media, in questo caso pari a  $a = \Delta v/\Delta t = -2.92$  m/s. La forza necessaria per produrre tale accelerazione sull'automobile di massa  $m$  è, in modulo,  $F = m|a| = 8750$  N.

*Percentuale di risposte corrette: ...%*

*Rivedere: ...*

- (5) Con velocità iniziale  $v_i$  e angolo di lancio di  $45^\circ$  rispetto all'orizzontale, la gittata di un proiettile è:

Dalle equazioni parametriche del moto di un proiettile in presenza di gravità, e trascurando gli attriti, si trova in pochi passaggi per la gittata orizzontale l'equazione  $R = v_i^2 \sin 2\theta/g$ , che per  $\theta = 45^\circ$  si riduce a  $R = \frac{v_i^2}{g}$ .

*Percentuale di risposte corrette: ...%*

*Rivedere: ...*

- (6) Su un tratto rettilineo di strada, un'automobile che si muove a velocità scalare costante  $v = 20$  m/s, sale su un dosso che nel piano verticale ha un raggio di curvatura approssimativamente costante  $R = 90$  m. Il guidatore dell'automobile ha una massa di 70 kg. Quando l'automobile passa per il punto più alto del dosso, quanto vale la forza che il sedile esercita sul guidatore nella direzione verticale? (si consideri positiva una forza diretta verso l'alto) :

Nel punto considerato, il guidatore è sottoposto alla forza di gravità  $m\vec{g} = -mg\hat{j}$ , diretta verso il basso, e alla forza esercitata dal sedile  $\vec{F}_N = F_N\hat{j}$ , diretta verso l'alto; abbiamo indicato con  $g$  ed  $F_N$  i moduli positivi dei rispettivi vettori. La forza risultante determina l'accelerazione del guidatore, che coincide nel punto considerato con l'accelerazione centripeta  $\vec{a}_c = -(v^2/R)\hat{j}$ , diretta verticalmente verso il basso, cioè verso il centro di curvatura della traiettoria:  $m\vec{g} + \vec{F}_N = m\vec{a}_c$ , da cui  $-mg + F_N = -v^2/R$ , cioè  $F_N = mg - v^2/R = +374$ N.

Percentuale di risposte corrette: ...%

Rivedere: ...

parte II: 2 problemi, 6 domande in totale, 80 minuti;

risposte corrette: +3 punti, risposte sbagliate oppure mancanti: 0 punti

*Istruzioni: Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date, e poi il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate*

## Problema 1

**Per i calcoli dettagliati e le figure: vedi file con soluzioni scritte a mano**

Una moneta è posata su un giradischi orizzontale, che compie 33(45) giri completi al minuto, ad una distanza  $r = 7.0(3.0)$  cm dall'asse di rotazione. In queste condizioni, la moneta non scivola sulla superficie del piatto del giradischi, e segue una traiettoria circolare rispetto ad un osservatore inerziale. In queste condizioni:

- (a) determinare la velocità angolare  $\omega$  e la velocità scalare  $v$  della moneta, ed il modulo  $a$ , la direzione ed il verso della sua accelerazione;

periodo (tempo impiegato per un giro) in secondi:  $T = 60/n$  con  $n = 33(45)$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 3.5 \text{ rad/s}$  (4.7 rad/s)

$v = \omega r = 0.24 \text{ m/s}$  (0.14 m/s)

accelerazione: centripeta (diretta radialmente, verso il centro del disco)  $a_c = \omega^2 r = 0.84 \text{ m/s}^2$  (0.67 m/s<sup>2</sup>).

Percentuale di successo nelle risposte: ...%

Errori più frequenti:

- calcolo del periodo;
- calcolo, dimensioni ed unità di misura della velocità angolare.

Rivedere: ...

- (b) tracciare il diagramma delle forze applicate alla moneta dal punto di vista dell'osservatore inerziale e determinare il modulo della forza d'attrito statico che il piatto del giradischi esercita sulla moneta, sapendo che la massa della moneta è  $m = 2.0$  (4.0) grammi;

(il diagramma delle forze per un osservatore inerziale riportato nel file con soluzioni scritte a mano:  $m\vec{g}$ , gravità diretta verticalmente verso il basso,  $\vec{F}_N$  forza normale di contatto diretta verso l'alto,  $\vec{F}_S$  forza di attrito statico diretta orizzontalmente verso l'asse di rotazione, cioè verso il centro del disco)

dal secondo principio:

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_{centripeta} = m\vec{g} + \vec{F}_N + \vec{F}_S = \vec{F}_S = m\vec{a}_c$$

componente verticale, usando  $F_N = |\vec{F}_N|$  e  $g = |\vec{g}|$ , e componente orizzontale:

$$F_N - mg = 0$$

$$F_S = ma_c = m\omega^2 r = 1.7 \times 10^{-3} \text{ N} \quad (2.7 \times 10^{-3} \text{ N})$$

Percentuale di successo nelle risposte: ...%

Errori più frequenti:

- notazioni vettoriali sbagliate: vettori eguagliati a scalari, vettori confusi con i loro moduli (ad esempio: la relazione  $\vec{F}_{S,max} = \mu_S \vec{F}_N$  non può essere corretta, perchè i due vettori sono ortogonali, non paralleli).
- errori nel verso della forza di attrito statico  $\vec{F}_S$  e della forza centripeta  $\vec{F}_{centripeta}$ , spesso disegnati come opposti, con  $\vec{F}_S$  diretta verso l'esterno oppure addirittura  $\vec{F}_{centripeta}$  diretta verso l'esterno; attenzione, i due vettori coincidono; la forza centripeta altro non è che la forza risultante.

- tentativo di calcolare la forza di attrito statico in questa situazione a partire dal coefficiente di attrito statico (ancora incognito), o anche di calcolare il coefficiente di attrito statico a partire dal valore della forza di attrito sopra determinata; attenzione, normalmente (e in questo caso in particolare), vale la **disuguaglianza tra moduli**  $F_S < F_{S,max} = \mu_S F_N$ : la forza di attrito statico  $F_S$  va distinta da quella massima  $F_{S,max}$

Rivedere: ...

Aumentando la distanza della moneta dall'asse di rotazione, si osserva che per distanze maggiori di  $r_{max} = 12$  cm la moneta non segue più una traiettoria circolare (in quiete rispetto al piatto del giradischi), ma scivola verso l'esterno: utilizzando questo dato, determinare:

- (c) il coefficiente di attrito statico  $\mu_s$ .

Dalla risposta precedente, si vede che la forza (centripeta) di attrito statico necessaria a mantenere il corpo sulla traiettoria circolare aumenta all'aumentare del raggio, fino a raggiungere la condizione limite (massima forza di attrito statico che si può sviluppare tra le due superfici della moneta e del disco) per

$r = r_{max}$ :

$$F_S = m\omega^2 r_{max} = F_{S,max} = \mu_S F_N = \mu_S mg,$$

da cui si ricava il coefficiente:

$$\mu_S = \omega^2 r_{max} / g = 0.15 \quad (0.14)$$

Percentuale di successo nelle risposte: ...%

Errore più frequenti: l'espressione della forza centripeta (uguale alla forza di attrito)  $F_S = mv^2/r$  può essere usata, ma bisogna tener conto del fatto che con l'aumentare del raggio da  $r$  a  $r_{max}$  la velocità scalare aumenta e diventa  $v = \omega r_{max} > \omega r$ , mentre  $\omega$  non cambia.

Rivedere: ...

## Problema 2

Due casse, ciascuna di massa  $m = 3.0$  kg, scivolano su un piano, inclinato di un angolo  $\theta = 25^\circ$  ( $15^\circ$ ) rispetto all'orizzontale. Le due casse sono a contatto fra loro; quella più in alto (1) ha un coefficiente di attrito dinamico inferiore  $\mu_1 = 0.20$  (0.15), mentre quella che si trova più in basso (2) ha un coefficiente di attrito dinamico maggiore  $\mu_2 = 0.25$  (0.18).

- (a) disegnare i diagrammi di corpo libero per le due casse, elencando le forze applicate a ciascuna delle due casse e specificandone la natura;

(disegno dei diagrammi: vedi file con soluzioni scritte a mano)

su ciascuna cassa:  $m\vec{g}$  (forza di gravità, verticale),  $\vec{F}_N$  (forza di contatto, perpendicolare al piano inclinato),  $\vec{F}_{k,1}$ ,  $\vec{F}_{k,2}$ , (forze di attrito cinetico o dinamico, parallele al piano inclinato),  $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$  (forze di contatto che ciascuna cassa esercita sull'altra)

Percentuale di successo nelle risposte: ...%

Errori più frequenti:

- diagramma confuso o incompleto (p.es. senza forze di contatto fra le casse) o con versi sbagliati per le forze di contatto.

Rivedere: ...

- (b) determinare l'accelerazione delle due casse;

$$a = g(\sin \theta - \frac{1}{2}(\mu_1 + \mu_2) \cos \theta) = 2.1 \text{ m/s}^2 \quad (0.98 \text{ m/s}^2)$$

Percentuale di successo nelle risposte: ...%

Errori più frequenti:

- calcolo di accelerazioni diverse per i due corpi, senza tener conto delle forze di contatto e del fatto che le due casse rimangono a contatto (velocità e accelerazioni uguali) durante il moto.

*Rivedere: ...*

- (c) determinare il modulo delle forze di contatto fra le due casse.

$$F_{12} = F_{21} = \frac{1}{2}mg \cos \theta (\mu_2 - \mu_1) = 0.67 \simeq 0.7 \text{ N} \quad (0.21 \simeq 0.2 \text{ N})$$

*Percentuale di successo nelle risposte: ...%*

*Rivedere: ...*