VERIFICA

Verifica di fine parte · I principi della dinamica

Tempo indicativo: 100 minuti · Punteggio totale: 100 punti

Fisica 3 · Parte V · I principi della dinamica · versione 1.0
Verifica: Verifica di fine parte · I principi della dinamica · pagine 371–376 del volume completo · estratto per lo studio

La verifica riguarda i capitoli 13 e 14. È ammessa la calcolatrice scientifica. Scrivi sempre le formule che usi, i passaggi e le unità di misura: un risultato senza unità è incompleto. Esprimi i risultati con un numero di cifre significative coerente con i dati. Nei problemi di dinamica disegna il diagramma di corpo libero di ogni corpo. Usa $g = 9{,}8\ \text{m/s}^2$.

Parte A · Domande a scelta multipla (10 domande, 2 punti ciascuna)

1. ● Un disco da hockey scivola su un ghiaccio perfettamente liscio, in linea retta, a velocità costante. La forza risultante su di esso:
   A. è nulla
   B. è diretta nel verso del moto
   C. è opposta al moto
   D. è verticale, verso il basso

2. ● Su un corpo che si muove verso destra comincia ad agire una forza risultante costante diretta verso sinistra. Il corpo:
   A. si ferma subito
   B. rallenta, si ferma per un istante e poi si muove verso sinistra sempre più velocemente
   C. continua a muoversi verso destra a velocità costante
   D. continua a muoversi verso destra sempre più velocemente

3. ●● Un treno viaggia a 30 m/s rispetto ai binari; un passeggero cammina verso la coda del treno a 2,0 m/s rispetto al vagone. La sua velocità rispetto ai binari è:
   A. 32 m/s
   B. 30 m/s
   C. 28 m/s
   D. 2,0 m/s

4. ● Su un corpo di 3,0 kg agisce una forza risultante di 12 N. La sua accelerazione è:
   A. $36\ \text{m/s}^2$
   B. $0{,}25\ \text{m/s}^2$
   C. $9{,}0\ \text{m/s}^2$
   D. $4{,}0\ \text{m/s}^2$

5. ●● Il peso di una mela appoggiata su un tavolo è la forza con cui la Terra attrae la mela. La forza che forma con esso una coppia di azione e reazione è:
   A. la forza normale del tavolo sulla mela
   B. la forza con cui la mela attrae la Terra
   C. la forza con cui la mela preme sul tavolo
   D. il peso del tavolo

6. ● Una persona di 50 kg è in un ascensore che accelera verso il basso con 2,0 m/s^2. La forza normale del pavimento su di lei vale:
   A. 490 N
   B. 590 N
   C. 390 N
   D. 100 N

7. ● Un corpo scivola lungo un piano inclinato liscio con $h/l = 0{,}30$. La sua accelerazione è circa:
   A. 2,9 m/s^2
   B. 9,8 m/s^2
   C. 3,3 m/s^2
   D. 0,30 m/s^2

8. ●● Su una curva piana, a parità di coefficiente d'attrito, si raddoppia il raggio. La velocità massima con cui la si può percorrere:
   A. raddoppia
   B. aumenta di un fattore √2
   C. si dimezza
   D. non cambia

9. ● In un autobus, il filo di una pallina appesa al soffitto si inclina in avanti, verso la parte anteriore del mezzo. L'autobus:
   A. accelera in avanti
   B. viaggia a velocità costante
   C. frena
   D. è fermo

10. ●● In una macchina di Atwood le masse sono 3,0 kg e 1,0 kg. L'accelerazione delle masse è:
    A. $g/4$
    B. $g/3$
    C. $2g/3$
    D. $g/2$

Parte B · Esercizi (5 esercizi, 6 punti ciascuno)

11. ●● **(6 punti)** Una forza risultante costante agisce su un carrello di 2,5 kg, inizialmente fermo, che in 4,0 s raggiunge la velocità di 6,0 m/s. a) Calcola l'accelerazione (2 punti). b) Calcola la forza risultante (2 punti). c) Quale distanza percorre il carrello in quei 4,0 s (2 punti)?

12. ●● **(6 punti)** Una nave si muove a 5,0 m/s rispetto al molo, in linea retta e a velocità costante. a) Un marinaio lancia una palla verso poppa (cioè all'indietro) a 8,0 m/s rispetto alla nave: qual è la velocità della palla rispetto al molo (2 punti)? b) Un mozzo lascia cadere un sasso dalla cima dell'albero: dove cade il sasso rispetto alla nave? Perché (2 punti)? c) Quale accelerazione del sasso misurano un osservatore sul molo e uno sulla nave (2 punti)?

13. ●● **(6 punti)** Una cassa di 30 kg è tirata su un pavimento orizzontale con una fune inclinata di 30° verso l'alto, che esercita una forza di 150 N; il coefficiente d'attrito dinamico è 0,25. a) Calcola le componenti orizzontale e verticale della forza (2 punti). b) Calcola la forza normale e l'attrito (2 punti). c) Calcola l'accelerazione della cassa (2 punti).

14. ●● **(6 punti)** Un pacco di 12 kg è appeso a un dinamometro fissato al soffitto di un ascensore; il dinamometro segna 130 N. a) Calcola modulo e verso dell'accelerazione dell'ascensore, con il diagramma di corpo libero del pacco (3 punti). b) L'ascensore può star scendendo? Spiega (3 punti).

15. ●● **(6 punti)** Una moneta è appoggiata su un piatto girevole orizzontale, a 12 cm dal centro; il piatto compie 45 giri al minuto e la moneta gira con lui senza scivolare. a) Calcola la velocità della moneta (2 punti). b) Calcola la sua accelerazione centripeta e indica quale forza fa da forza centripeta (2 punti). c) Qual è il minimo coefficiente d'attrito statico che permette alla moneta di non scivolare (2 punti)?

Parte C · Problemi e domanda sulla fonte (50 punti in totale)

16. ●● **(13 punti)** Un blocco di 4,0 kg è su un tavolo orizzontale, con coefficiente d'attrito dinamico 0,15. È legato a una fune che passa su una carrucola ideale fissata al bordo del tavolo e sostiene un corpo appeso di 2,0 kg. Il sistema parte da fermo. a) Disegna i diagrammi di corpo libero dei due corpi e scrivi per ciascuno il secondo principio (3 punti). b) Calcola l'accelerazione del sistema e la tensione della fune (4 punti). c) Calcola la velocità del corpo appeso dopo che è sceso di 0,80 m (3 punti). d) Per il terzo principio, quali forze esercita il blocco sul tavolo mentre scivola? Indica moduli, direzioni e versi (3 punti).

17. ●●● **(13 punti)** Una cassa di 20 kg scivola, partendo da ferma, lungo una rampa alta 5,0 m, con base 12 m e lunghezza 13 m; il coefficiente d'attrito dinamico è 0,20. a) Calcola la componente del peso parallela alla rampa, quella perpendicolare e la forza d'attrito (3 punti). b) Calcola l'accelerazione della cassa (3 punti). c) Calcola la velocità con cui arriva in fondo (2 punti). d) Qual è il valore minimo del coefficiente d'attrito statico per cui la cassa, ferma sulla rampa, non comincerebbe a scivolare (2 punti)? e) La stessa cassa viene lanciata dal fondo verso l'alto, lungo la rampa, a 6,0 m/s: quanta strada percorre prima di fermarsi (3 punti)?

18. ●●● **(12 punti)** Un camion trasporta una cassa di 50 kg appoggiata sul pianale orizzontale; fra cassa e pianale $\mu_s = 0{,}40$ e $\mu_d = 0{,}30$. a) Il camion parte con accelerazione 2,5 m/s^2. Disegna il diagramma di corpo libero della cassa, vista da terra, e stabilisci se la cassa scivola sul pianale: quale forza la fa accelerare insieme al camion, e quanto vale (4 punti)? b) Qual è la massima accelerazione con cui il camion può partire senza che la cassa scivoli? Dipende dalla massa della cassa (3 punti)? c) Più tardi il camion frena con una decelerazione di 5,0 m/s^2. Spiega perché la cassa scivola in avanti sul pianale e calcola la sua accelerazione rispetto al suolo. Poi descrivi la stessa scena dal punto di vista dell'autista, calcolando la forza apparente sulla cassa e l'accelerazione della cassa rispetto al camion (5 punti).

19. ●● **(12 punti) Domanda sulla fonte.** Nei *Principia*, tra i corollari delle leggi del moto, Newton scrive: *Corporum dato spatio inclusorum iidem sunt motus inter se, sive spatium illud quiescat, sive moveatur idem uniformiter in directum sine motu circulari.* E poco dopo: *Idem comprobatur experimento luculento. Motus omnes eodem modo se habent in navi, sive ea quiescat, sive moveatur uniformiter in directum.* «I moti dei corpi racchiusi in un dato spazio sono gli stessi tra loro, sia che quello spazio sia in quiete, sia che si muova uniformemente in linea retta senza moto circolare. [...] Lo conferma un esperimento evidente: tutti i moti si comportano allo stesso modo su una nave, sia che essa stia ferma, sia che si muova uniformemente in linea retta» (Corollario V, testo della terza edizione, 1726; traduzione della redazione). a) Spiega con parole tue che cosa afferma il passo (4 punti). b) Collega il passo al principio di relatività di Galileo e alla sua nave: che cosa non può scoprire un passeggero chiuso in cabina (4 punti)? c) Perché Newton precisa «senza moto circolare»? Descrivi un esperimento che, su una nave che gira o che accelera, darebbe un risultato diverso, e spiega il risultato con una forza apparente (4 punti).

Griglia di valutazione Punti per sezione.

Sezione	Contenuto	Punti
Parte A	domande 1–10 × 2 punti	20
Parte B	esercizi 11–15 × 6 punti	30
Parte C	problemi 16 (13), 17 (13), 18 (12); domanda sulla fonte 19 (12)	50
Totale		**100**

Dal punteggio al voto Corrispondenza indicativa fra punteggio e voto in decimi.

Punteggio	0–24	25–34	35–44	45–54	55–64	65–74	75–84	85–94	95–100
Voto	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Soluzioni

1. A (2 punti). Velocità costante ⇒ risultante nulla (primo principio).

2. B (2 punti). La forza, e quindi l'accelerazione, è opposta alla velocità: il corpo rallenta fino a fermarsi; poiché la forza continua ad agire, poi accelera verso sinistra. L'accelerazione ha il verso della risultante, non della velocità.

3. C (2 punti). Con l'asse nel verso del treno: $v = v' + V = -2{,}0$ m/s + 30 m/s = 28 m/s, nel verso del treno (composizione galileiana delle velocità).

4. D (2 punti). $a = 12$ N / 3,0 kg = 4,0 m/s^2.

5. B (2 punti). La reazione del peso (Terra sulla mela) è la forza della mela sulla Terra; la forza normale agisce sullo stesso corpo e non è la sua reazione.

6. C (2 punti). $N = m(g - a) = 50$ kg × 7,8 m/s^2 = 390 N.

7. A (2 punti). $a = 9{,}8$ m/s^2 × 0,30 = 2,94 m/s^2 ≈ 2,9 m/s^2.

8. B (2 punti). $v_{max} = \sqrt{(\mu_s g r)}$: raddoppiando r la velocità cresce di $\sqrt{2}$.

9. C (2 punti). Il filo si inclina dalla parte opposta all'accelerazione: l'accelerazione punta all'indietro, il bus frena (se si muove in avanti).

10. D (2 punti). $a = (3{,}0 - 1{,}0)g/(3{,}0 + 1{,}0) = g/2$.

11. a) $a = \Delta v/\Delta t = 6{,}0$ m/s / 4,0 s = 1,5 m/s^2 (2 punti). b) $F = ma = 2{,}5$ kg × 1,5 m/s^2 = 3,75 N ≈ 3,8 N (2 punti). c) $s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times 1{,}5$ m/s^2 × (4,0 s)^2 = 12 m (2 punti).

12. a) Con le trasformazioni di Galileo, verso positivo quello del moto della nave: $v = 5{,}0$ m/s − 8,0 m/s = −3,0 m/s, cioè 3,0 m/s verso poppa rispetto al molo (2 punti). b) Ai piedi dell'albero: il sasso ha già la velocità orizzontale della nave e la conserva durante la caduta (principio d'inerzia, relatività galileiana) (2 punti). c) Entrambi misurano $g = 9{,}8$ m/s^2 verso il basso: in due sistemi inerziali le accelerazioni sono uguali (2 punti).

13. Sulla cassa agiscono peso, forza normale, attrito e forza della fune. a) Componente orizzontale 150 N × $\sqrt{3}/2$ = 129,9 N ≈ 130 N; verticale 150 N/2 = 75,0 N (2 punti). b) $N = 294$ N − 75,0 N = 219 N; $F_d = 0{,}25 \times 219$ N = 54,8 N ≈ 55 N (2 punti). c) $a = (129{,}9$ N − 54,8 N)/30 kg = 2,5 m/s^2 (2 punti).

14. a) Sul pacco agiscono il peso (117,6 N, in basso) e la forza del dinamometro (130 N, in alto) (1 punto). 130 N − 117,6 N = 12 kg × a, a = 12,4 N / 12 kg = 1,0 m/s^2, verso l'alto (2 punti). b) Sì: conta il verso dell'accelerazione, non della velocità; un'accelerazione verso l'alto si ha anche quando l'ascensore scende rallentando (3 punti).

15. a) $f = 45/60$ s = 0,75 Hz; $v = 2\pi r f = 2\pi \times 0{,}12$ m × 0,75 Hz = 0,57 m/s (2 punti). b) $a_c = v^2/r = (0{,}565$ m/s)^2/0,12 m = 2,7 m/s^2, verso il centro; fa da forza centripeta l'attrito statico del piatto sulla moneta (2 punti). c) $\mu_s mg \geq ma_c \Rightarrow \mu_s \geq 2{,}66/9{,}8 = 0{,}27$ (2 punti).

16. a) Blocco: peso 39,2 N e forza normale 39,2 N (verticali, si equilibrano), tensione T verso la carrucola, attrito $F_d = 0{,}15 \times 39{,}2$ N = 5,88 N in verso opposto: $T - 5{,}88$ N = 4,0 kg × a. Corpo appeso: peso 19,6 N in basso, tensione in alto: 19,6 N − T = 2,0 kg × a (3 punti). b) Sommando: $a = (19{,}6$ N − 5,88 N)/6,0 kg = 2,29 m/s^2 ≈ 2,3 m/s^2 (2 punti); $T = 2{,}0$ kg × (9,8 − 2,29) m/s^2 = 15 N (2 punti). c) $v = \sqrt{(2a\Delta s)} = \sqrt{(2 \times 2{,}29}$ m/s^2 × 0,80 m) = 1,9 m/s (3 punti). d) Il blocco preme sul tavolo verso il basso con 39,2 N (reazione della forza normale) (1 punto) ed esercita sul tavolo una forza d'attrito di 5,9 N, orizzontale, diretta verso la carrucola, cioè nel verso del proprio moto (reazione dell'attrito) (2 punti).

17. a) $P = 20$ kg × 9,8 m/s^2 = 196 N; $P_\parallel = 196$ N × 5,0/13 = 75,4 N; $P_\perp = 196$ N × 12/13 = 181 N; $N = 181$ N; $F_d = 0{,}20 \times 181$ N = 36,2 N, verso l'alto lungo la rampa (3 punti). b) $a = (75{,}4$ N − 36,2 N)/20 kg = 1,96 m/s^2 ≈ 2,0 m/s^2; controllo: 9,8 m/s^2 × (5,0 − 0,20 × 12)/13 = 1,96 m/s^2 (3 punti). c) $v = \sqrt{(2 \times 1{,}96}$ m/s^2 × 13 m) = 7,1 m/s (2 punti). d) Slittamento incipiente: $h/b = \mu_s$, quindi

$\mu_s \geq 5{,}0/12 = 0{,}42$ (2 punti). e) In salita peso parallelo e attrito puntano entrambi verso il basso: decelerazione $9{,}8\ \text{m/s}^2 \times (5{,}0 + 0{,}20 \times 12)/13 = 5{,}58\ \text{m/s}^2$; distanza $(6{,}0\ \text{m/s})^2/(2 \times 5{,}58\ \text{m/s}^2) = 3{,}2$ m (3 punti).

18. a) Sulla cassa agiscono il peso (490 N, in basso), la forza normale del pianale (490 N, in alto) e l'attrito statico del pianale, orizzontale, nel verso del moto del camion: è l'unica forza orizzontale, quindi è lei a far accelerare la cassa (1 punto). Per accelerare con il camion la cassa ha bisogno di $F_s = m\,a = 50\ \text{kg} \times 2{,}5\ \text{m/s}^2 = 125\ \text{N} \approx 1{,}3 \times 10^2$ N (2 punti); il massimo disponibile è $\mu_s\, m\, g = 0{,}40 \times 490\ \text{N} = 196\ \text{N} > 125$ N, quindi la cassa non scivola (1 punto). b) Al limite $\mu_s\, m\, g = m\, a_{max}$, da cui $a_{max} = \mu_s\, g = 0{,}40 \times 9{,}8\ \text{m/s}^2 = 3{,}9\ \text{m/s}^2$ (2 punti); la massa si semplifica: non dipende dalla massa della cassa (1 punto). c) Per frenare con il camion la cassa avrebbe bisogno di una forza all'indietro di $50\ \text{kg} \times 5{,}0\ \text{m/s}^2 = 250$ N, più dei 196 N che l'attrito statico può dare: la cassa scivola e, rispetto al suolo, continua per inerzia rallentando meno del camion (1 punto). Mentre scivola agisce l'attrito dinamico, all'indietro: $F_d = 0{,}30 \times 490\ \text{N} = 147$ N, quindi la cassa rallenta con $147\ \text{N} / 50\ \text{kg} = 2{,}94\ \text{m/s}^2 \approx 2{,}9\ \text{m/s}^2$ (2 punti). Per l'autista (sistema non inerziale) sulla cassa agisce anche la forza apparente $-m\boldsymbol{a}_S$, in avanti, di $50\ \text{kg} \times 5{,}0\ \text{m/s}^2 = 250$ N: supera l'attrito massimo e la cassa scivola in avanti; la risultante vale 250 N − 147 N = 103 N in avanti e l'accelerazione della cassa rispetto al camion è $103\ \text{N} / 50\ \text{kg} \approx 2{,}1\ \text{m/s}^2$ in avanti, cioè $5{,}0\ \text{m/s}^2 - 2{,}94\ \text{m/s}^2$ (2 punti).

19. Traccia di risposta. a) In uno spazio chiuso, come una cabina, i moti dei corpi gli uni rispetto agli altri sono identici sia che la cabina stia ferma sia che si muova di moto rettilineo uniforme: nessun esperimento di meccanica fatto all'interno distingue i due casi (4 punti). b) È il principio di relatività galileiana: le leggi della meccanica sono le stesse in tutti i sistemi inerziali. Nella nave di Galileo le gocce cadono nel vaso sotto di loro, i pesci nuotano indifferentemente verso prua e verso poppa, un salto copre la stessa distanza nei due versi: il passeggero chiuso in cabina non può scoprire se la nave è ferma o si muove di moto rettilineo uniforme, né con quale velocità (4 punti). c) Una nave che gira, come una che accelera, non è un sistema inerziale: lì le cose vanno diversamente, e un passeggero se ne accorge. Esempio: un pendolo appeso al soffitto si inclina verso l'esterno della curva (o all'indietro se la nave accelera, in avanti se frena); una palla sul pavimento rotola verso l'esterno. Da terra si spiega con l'inerzia; per il passeggero, con la forza centrifuga (o con la forza apparente $-m\boldsymbol{a}_S$), che compare solo nei sistemi non inerziali (4 punti).