VERIFICA

Verifica di fine parte · Lavoro ed energia

Tempo indicativo: 100 minuti · Punteggio totale: 100 punti

Fisica 3 · Parte VI · Lavoro ed energia · versione 1.0
Verifica: Verifica di fine parte · Lavoro ed energia · pagine 425–430 del volume completo · estratto per lo studio

La verifica riguarda i capitoli 15 e 16. 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. Dove non è indicato diversamente usa $g = 9{,}8\ \text{m/s}^2$; il peso si scrive $m\,g$, perché P indica la potenza. Per gli angoli di 30°, 45° e 60° usa i triangoli rettangoli notevoli (Tabella A.6 dell'Appendice).

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

1. ● Un ragazzo tiene fermo sopra la testa, per 30 s, uno zaino di 8,0 kg. Il lavoro che compie sullo zaino è:
   - **A.** 0 J
   - **B.** 78 J
   - **C.** 240 J
   - **D.** $2{,}4 \times 10^3$ J

2. ●● Una forza di 50 N, inclinata di 60° rispetto allo spostamento, sposta una cassa di 4,0 m. Il suo lavoro è:
   - **A.** 200 J
   - **B.** 173 J
   - **C.** 100 J
   - **D.** 50 J

3. ● Un chilowattora equivale a:
   - **A.** 1000 J
   - **B.** 3600 J
   - **C.** $3{,}6 \times 10^5$ J
   - **D.** $3{,}6 \times 10^6$ J

4. ● Una forza si dice conservativa quando:
   - **A.** il suo lavoro è sempre positivo
   - **B.** il suo lavoro fra due punti non dipende dal percorso
   - **C.** il suo modulo resta costante
   - **D.** non compie mai lavoro

5. ●● Un argano solleva a velocità costante un carico di 200 kg di 12 m in 30 s. La potenza utile è circa:
   A. 784 W
   B. 80 W
   C. 7,8 kW
   D. 24 kW

6. ● Un corpo ha energia cinetica 40 J. Se la sua velocità si dimezza, l'energia cinetica diventa:
   A. 20 J
   B. 10 J
   C. 80 J
   D. 160 J

7. ●● Una pallina è lanciata verticalmente verso l'alto a 6,0 m/s; la resistenza dell'aria è trascurabile. Sale di circa:
   A. 0,31 m
   B. 0,61 m
   C. 1,8 m
   D. 3,7 m

8. ● Una molla con costante elastica 200 N/m è allungata di 10 cm. La sua energia potenziale elastica è:
   A. 20 J
   B. 10 J
   C. 2,0 J
   D. 1,0 J

9. ●● Un libro di 1,0 kg è su uno scaffale a 2,0 m dal pavimento. Con il livello di zero sul piano di un tavolo alto 0,80 m, la sua energia potenziale gravitazionale è circa:
   A. 11,8 J
   B. 19,6 J
   C. 7,8 J
   D. −11,8 J

10. ●● Una cassa, spinta e poi lasciata, scivola su un pavimento con attrito fino a fermarsi. Durante la frenata:
    A. si conserva l'energia cinetica
    B. si conserva l'energia meccanica
    C. l'energia della cassa viene distrutta dall'attrito
    D. l'energia meccanica diminuisce e diventa energia interna; l'energia totale si conserva

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

11. ●● Un carrello della spesa è spinto per 25 m lungo un corridoio orizzontale con una forza di 40 N inclinata di 30° verso il basso rispetto all'orizzontale. a) Usando il triangolo notevole 30°-60°-90°, calcola la componente della forza lungo lo spostamento (2 punti). b) Calcola il lavoro della forza (2 punti). c) Il carrello si muove a velocità costante: quanto vale il lavoro totale delle resistenze? Giustifica (2 punti).

12. ●● Una molla ha costante elastica 150 N/m. a) Calcola il lavoro necessario per allungarla da 0 a 8,0 cm (2 punti). b) Calcola il lavoro necessario per allungarla ulteriormente da 8,0 a 16 cm (2 punti). c) Spiega con il grafico forza–allungamento perché il secondo lavoro è il triplo del primo (2 punti).

13. ●● Un ascensore, con le persone a bordo, ha una massa di 650 kg e sale di 18 m in 15 s a velocità costante. a) Calcola il lavoro del motore contro il peso (2 punti). b) Calcola la potenza utile (2 punti). c) Il rendimento dell'impianto è 0,70: quale potenza assorbe dalla rete? Quanti kWh consuma per 40 salite come questa (2 punti)?

14. ●● Una ciclista, con la bicicletta, ha una massa di 80 kg; su una strada piana passa da 5,0 m/s a 10,0 m/s. a) Calcola la variazione della sua energia cinetica (2 punti). b) Se l'aumento avviene in 50 m, quanto vale in media la forza risultante sulla ciclista lungo il moto (2 punti)? c) Per passare poi da 10,0 a 15,0 m/s, cioè per lo stesso aumento di velocità, serve più o meno lavoro? Calcolalo (2 punti).

15. ●● Una pallina di 0,20 kg è appesa a un filo lungo 0,80 m e viene lasciata da ferma con il filo teso in orizzontale. Trascura gli attriti e usa come livello di zero il punto più basso. a) Con quale velocità passa nel punto più basso (2 punti)? b) Con quale velocità passa quando si trova 0,40 m sopra il punto più basso (2 punti)? c) In quel punto, calcola K, U ed E (2 punti).

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

16. ●● **(12 punti)** Su un binario orizzontale liscio, una molla con $k = 800$ N/m è compressa di 5,0 cm contro un blocchetto di 0,20 kg. Liberata la molla, il blocchetto scorre e poi sale su una rampa liscia. a) Calcola l'energia potenziale elastica iniziale (3 punti). b) Con quale velocità il blocchetto lascia la molla (3 punti)? c) A quale altezza massima arriva sulla rampa (3 punti)? d) La rampa sale di 3 m ogni 5 m di lunghezza: quanta strada percorre il blocchetto sulla rampa prima di fermarsi (3 punti)?

17. ●●● **(14 punti)** Una cassa di 20 kg parte da ferma in cima a un piano inclinato alto 3,0 m, lungo 5,0 m e con base 4,0 m; fra cassa e piano $\mu_d = 0{,}25$. a) Disegna il diagramma di corpo libero della cassa e calcola la componente del peso parallela al piano, la forza premente e la forza d'attrito dinamico (4 punti). b) Calcola il lavoro del peso, della forza normale e dell'attrito lungo tutta la discesa (4 punti). c) Con il teorema dell'energia cinetica calcola la velocità della cassa in fondo al piano (3 punti). d) Quanta energia meccanica è stata dissipata? Con quale velocità arriverebbe la cassa senza attrito (3 punti)?

18. ●●● **(12 punti)** Il carrello di un ottovolante, di 600 kg, viene portato da una catena dal suolo fino alla prima cima, alta 40 m, in 50 s, a velocità bassa e costante; da lì parte praticamente da fermo e scende fino al suolo. a) Calcola il lavoro compiuto dalla catena (3 punti). b) Calcola la potenza utile del motore della catena (3 punti). c) Senza attriti, con quale velocità arriverebbe il carrello al suolo (3 punti)? d) In realtà arriva a 26 m/s: quanta energia meccanica è stata dissipata, e che percentuale è di quella iniziale (3 punti)?

19. ●● **(12 punti) Domanda sulla fonte.** Nei *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze* (1638, Giornata terza) Galileo descrive una palla di piombo appesa a un filo, lasciata andare dal punto C: «la quale primieramente vedrete scendere descrivendo l'arco CBD, e di tanto trapassare il termine B, che, scorrendo per l'arco BD, sormonterà sino quasi alla segnata parallela CD, restando di pervenirvi per piccolissimo intervallo, toltogli il precisamente arrivarvi dall'impedimento dell'aria e del filo» (B è il punto più basso, CD l'orizzontale che passa per il punto di partenza). a) Che cosa osserva Galileo? Interpreta l'osservazione con la conservazione dell'energia meccanica (4 punti). b) Perché la palla arriva solo «quasi» alla linea CD? Quali forze compiono lavoro, e dove va l'energia mancante (4 punti)? c) Se la palla parte 20,0 cm sopra B e risale fino a 19,8 cm, quale frazione della sua energia meccanica si è dissipata in quella mezza oscillazione (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	problema 16 (12), problema 17 (14), problema 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). Lo zaino non si sposta: senza spostamento non c'è lavoro (la fatica del ragazzo è un'altra cosa).

2. C (2 punti). La componente lungo lo spostamento è il cateto opposto all'angolo di 30°: $F_{\parallel} = 50\ \text{N} / 2 = 25\ \text{N}$; $W = 25\ \text{N} \cdot 4{,}0\ \text{m} = 100\ \text{J}$.

3. D (2 punti). $1\ \text{kWh} = 1000\ \text{W} \cdot 3600\ \text{s} = 3{,}6 \times 10^6\ \text{J}$.

4. B (2 punti). Esempio: il peso; l'attrito non è conservativo.

5. A (2 punti). $P = m\,g\,h/\Delta t = 200\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 \cdot 12\ \text{m} / 30\ \text{s} = 784\ \text{W}$.

6. B (2 punti). $K \propto v^2$: $(1/2)^2 \cdot 40\ \text{J} = 10\ \text{J}$.

7. C (2 punti). $\frac{1}{2} m\,v^2 = m\,g\,h$: $h = (6{,}0\ \text{m/s})^2/(2 \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2) \approx 1{,}8\ \text{m}$.

8. D (2 punti). $U_{\text{el}} = \frac{1}{2} \cdot 200\ \text{N/m} \cdot (0{,}10\ \text{m})^2 = 1{,}0\ \text{J}$.

9. A (2 punti). L'altezza sopra il livello di zero è 2,0 m − 0,80 m = 1,2 m: $U = 1{,}0\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 \cdot 1{,}2\ \text{m} \approx 11{,}8\ \text{J}$.

10. D (2 punti). L'attrito compie lavoro negativo: $W_{\text{attr}} = \Delta E < 0$, e l'energia perduta diventa energia interna di cassa e pavimento.

11. a) La forza forma 30° con lo spostamento: la componente lungo lo spostamento è il cateto adiacente all'angolo di 30°, $F_{\parallel} = (\sqrt{3}/2) \cdot 40\ \text{N} \approx 34{,}6\ \text{N}$ (2 punti). b) $W = 34{,}6\ \text{N} \cdot 25\ \text{m} \approx 866\ \text{J} \approx 8{,}7 \times 10^2\ \text{J}$ (2 punti). c) Velocità costante: $\Delta K = 0$, quindi $W_{\text{tot}} = 0$ (teorema dell'energia cinetica); peso e forza normale non compiono lavoro, quindi il lavoro delle resistenze è $-8{,}7 \times 10^2\ \text{J}$ (2 punti).

12. a) $W = \frac{1}{2} \cdot 150\ \text{N/m} \cdot (0{,}080\ \text{m})^2 = 0{,}48\ \text{J}$ (2 punti). b) $W = \frac{1}{2} \cdot 150\ \text{N/m} \cdot [(0{,}16\ \text{m})^2 - (0{,}080\ \text{m})^2] = 75\ \text{N/m} \cdot 0{,}0192\ \text{m}^2 = 1{,}44\ \text{J} \approx 1{,}4\ \text{J}$ (2 punti). c) Il lavoro è l'area sotto la retta $F = k\,x$: da 0 a 8 cm è un triangolo; da 8 a 16 cm è un trapezio formato da un rettangolo (doppio del triangolo) e da un triangolo uguale al primo: 2 + 1 = 3 volte (2 punti).

13. a) $W = m\,g\,h = 650\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 \cdot 18\ \text{m} \approx 1{,}15 \times 10^5\ \text{J}$ (2 punti). b) $P = 1{,}15 \times 10^5\ \text{J} / 15\ \text{s} \approx 7{,}6 \times 10^3\ \text{W} = 7{,}6\ \text{kW}$ (2 punti). c) $P_{\text{ass}} = 7{,}64\ \text{kW} / 0{,}70 \approx 11\ \text{kW}$; in 40 salite: $40 \cdot 1{,}15 \times 10^5\ \text{J} / 0{,}70 \approx 6{,}6 \times 10^6\ \text{J} \approx 1{,}8\ \text{kWh}$ (2 punti).

14. a) $\Delta K = \frac{1}{2} \cdot 80\ \text{kg} \cdot [(10{,}0\ \text{m/s})^2 - (5{,}0\ \text{m/s})^2] = 40\ \text{kg} \cdot 75\ \text{m}^2/\text{s}^2 = 3{,}0 \times 10^3\ \text{J}$ (2 punti). b) $W_{\text{tot}} = \Delta K = F\,\Delta s$: $F = 3{,}0 \times 10^3\ \text{J} / 50\ \text{m} = 60\ \text{N}$ (2 punti). c) Serve più lavoro: $\Delta K = 40\ \text{kg} \cdot (225 - 100)\ \text{m}^2/\text{s}^2 = 5{,}0 \times 10^3\ \text{J}$, perché K cresce con il quadrato della velocità (2 punti).

15. a) Il punto di partenza è 0,80 m sopra il punto più basso: $v = \sqrt{(2 \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 \cdot 0{,}80\ \text{m})} \approx 4{,}0\ \text{m/s}$ (3,96 m/s) (2 punti). b) Il dislivello percorso è 0,40 m: $v = \sqrt{(2 \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 \cdot 0{,}40\ \text{m})} = 2{,}8\ \text{m/s}$ (2 punti). c) $U = 0{,}20\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 \cdot 0{,}40\ \text{m} \approx 0{,}78\ \text{J}$; $K = \frac{1}{2} \cdot 0{,}20\ \text{kg} \cdot (2{,}8\ \text{m/s})^2 \approx 0{,}78\ \text{J}$; $E = 1{,}57\ \text{J} \approx 1{,}6\ \text{J}$, uguale a quella iniziale ($0{,}20 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}80\ \text{J}$) (2 punti).

16. a) $U_{\text{el}} = \frac{1}{2} \cdot 800\ \text{N/m} \cdot (0{,}050\ \text{m})^2 = 1{,}0\ \text{J}$ (3 punti). b) Sul binario orizzontale tutta l'energia elastica diventa cinetica: $v = \sqrt{(2 \cdot 1{,}0\ \text{J} / 0{,}20\ \text{kg})} \approx 3{,}2\ \text{m/s}$ (3 punti). c) $m\,g\,h = 1{,}0\ \text{J}$: $h = 1{,}0\ \text{J} / (0{,}20\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2) \approx 0{,}51\ \text{m}$ (3 punti). d) $h/l = 3/5$: $l = 0{,}51\ \text{m} \cdot 5/3 \approx 0{,}85\ \text{m}$ (3 punti).

17. a) Sulla cassa agiscono il peso ($m\,g = 196\ \text{N}$), la forza normale del piano e l'attrito dinamico, verso l'alto lungo il piano. componente parallela al piano $m\,g \cdot h/l = 196\ \text{N} \cdot 3{,}0/5{,}0 \approx 118\ \text{N}$; $F_{\perp} = m\,g \cdot b/l = 196\ \text{N} \cdot 4{,}0/5{,}0 \approx 157\ \text{N}$; $F_{\text{d}} = 0{,}25 \cdot 156{,}8\ \text{N} \approx 39\ \text{N}$ (4 punti: 1 il disegno, 1 ciascuna forza). b) $W_{\text{peso}} = m\,g\,h = 588\ \text{J} \approx 5{,}9 \times 10^2\ \text{J}$; $W_{\text{N}} = 0$ (perpendicolare allo spostamento); $W_{\text{attr}} = -39{,}2\ \text{N} \cdot 5{,}0\ \text{m} \approx -196\ \text{J} \approx -2{,}0 \times 10^2\ \text{J}$ (4 punti). c) $K_{\text{f}} = 588\ \text{J} - 196\ \text{J} = 392\ \text{J}$; $v = \sqrt{(2 \cdot 392\ \text{J} / 20\ \text{kg})} \approx 6{,}3\ \text{m/s}$ (3 punti). d) Dissipata: $196\ \text{J} \approx 2{,}0 \times 10^2\ \text{J}$, un terzo dell'energia iniziale; senza attrito $v = \sqrt{(2 \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 \cdot 3{,}0\ \text{m})} \approx 7{,}7\ \text{m/s}$ (3 punti).

18. a) A velocità costante il lavoro della catena è uguale all'aumento di energia potenziale: $W = 600\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 \cdot 40\ \text{m} \approx 2{,}35 \times 10^5\ \text{J}$ (3 punti). b) $P = 2{,}35$

$\times 10^5$ J / 50 s $\approx 4{,}7 \times 10^3$ W = 4,7 kW (3 punti). c) $v = \sqrt{(2 \cdot 9{,}8\ \text{m/s}^2 \cdot 40\ \text{m})} = 28$ m/s (3 punti). d) $K = \tfrac{1}{2} \cdot 600\ \text{kg} \cdot (26\ \text{m/s})^2 \approx 2{,}03 \times 10^5$ J; dissipata $2{,}352 \times 10^5$ J − $2{,}028 \times 10^5$ J $\approx 3{,}2 \times 10^4$ J, circa il 14% (3 punti).

19. Traccia di risposta. a) La palla, lasciata da C, scende fino a B e risale dall'altra parte quasi fino all'orizzontale del punto di partenza (2 punti). Scendendo l'energia potenziale diventa cinetica, risalendo torna potenziale: se si conservasse esattamente, la palla tornerebbe alla stessa altezza (2 punti). b) La tensione del filo è perpendicolare all'arco e non compie lavoro; compiono lavoro negativo la resistenza dell'aria e gli attriti nel filo e nel punto di sospensione, l'«impedimento dell'aria e del filo» (2 punti). L'energia meccanica mancante non è distrutta: diventa energia interna dell'aria, del filo e del sostegno (2 punti). c) Con zero in B, E è proporzionale all'altezza raggiunta (con $v = 0$ agli estremi): frazione dissipata (20,0 − 19,8)/20,0 = 0,01, cioè l'1% (4 punti).