VERIFICA

Verifica di fine parte · Lavoro ed energia

Tempo indicativo: 100 minuti · Punteggio totale: 100 punti

Fisica 2 · Parte III · Lavoro ed energia · versione 1.0
Verifica: Verifica di fine parte · Lavoro ed energia · pagine 265–270 del volume completo · estratto per lo studio

La verifica riguarda i capitoli 8–10. È ammessa la calcolatrice scientifica, impostata in modalità gradi (DEG). Scrivi sempre le formule che usi, i passaggi e le unità di misura: un risultato senza unità è considerato incompleto. Esprimi i risultati con un numero di cifre significative coerente con i dati. Quando usi l'energia potenziale, dichiara il livello di zero che scegli; quando applichi la conservazione dell'energia, indica quali forze compiono lavoro. Dove non è indicato diversamente usa $g = 9{,}8\ \text{m/s}^2$ e trascura la resistenza dell'aria.

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

1. ● Una forza costante di 10 N agisce su un corpo che si sposta di 3,0 m in direzione perpendicolare alla forza. Il lavoro della forza è:
   - **A.** 30 J
   - **B.** 0 J
   - **C.** 3,3 J
   - **D.** −30 J

2. ● Una lampada da 60 W resta accesa per 5,0 h. L'energia elettrica che trasforma è:
   - **A.** 0,30 kWh
   - **B.** 300 kWh
   - **C.** 12 kWh
   - **D.** 0,30 kW

3. ●● Un motore solleva a velocità costante un carico di 50 kg di 4,0 m in 8,0 s. La potenza utile del motore è:
   - **A.** 25 W
   - **B.** 1960 W
   - **C.** 245 W
   - **D.** 200 W

4. ● Se la velocità di un corpo raddoppia, la sua energia cinetica:
   - **A.** raddoppia
   - **B.** si dimezza
   - **C.** resta la stessa
   - **D.** quadruplica

5. ●● L'energia cinetica di un'auto di 1000 kg che viaggia a 72 km/h è:

   A. $2{,}6 \times 10^6$ J

   B. $2{,}0 \times 10^5$ J

   C. $4{,}0 \times 10^5$ J

   D. $2{,}0 \times 10^4$ J

6. ● Quale di queste forze **non** è conservativa?

   A. il peso

   B. la forza elastica di una molla ideale

   C. l'attrito dinamico

   D. nessuna: sono tutte conservative

7. ●● Un libro di 1,5 kg viene spostato da uno scaffale alto 2,0 m a un tavolo alto 0,80 m. La variazione della sua energia potenziale gravitazionale è circa:

   A. −18 J

   B. +18 J

   C. −29 J

   D. −12 J

8. ● Un sasso viene lasciato cadere da fermo da 5,0 m di altezza. Trascurando l'aria, arriva al suolo con velocità:

   A. 49 m/s

   B. 7,0 m/s

   C. 5,0 m/s

   D. 9,9 m/s

9. ●● La pallina di un pendolo ideale passa per il punto più basso a 2,0 m/s. Di quanto sale, al massimo, sopra il punto più basso?

   A. 0,10 m

   B. 0,20 m

   C. 0,41 m

   D. 2,0 m

10. ●● Un ciclista scende da una collina senza pedalare. In fondo la sua energia meccanica è di 2,0 kJ minore di quella che aveva alla partenza. Il lavoro complessivo dell'attrito e della resistenza dell'aria è:

    A. +2,0 kJ

    B. zero

    C. −2,0 kJ

    D. impossibile da dire senza conoscere la massa

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

11. ●● Una cassa viene trascinata per 15 m a velocità costante su un pavimento orizzontale con una fune che forma un angolo di 25° con l'orizzontale e tira con una forza di 120 N; il tragitto richiede 20 s. a) Calcola il lavoro della forza della fune (2 punti). b) Quanto vale il lavoro dell'attrito? Giustifica con il teorema dell'energia cinetica (2 punti). c) Calcola la potenza media sviluppata dalla fune (2 punti).

12. ●● Una molla ha costante elastica 300 N/m. a) Quale forza serve per tenerla allungata di 8,0 cm (2 punti)? b) Quanto lavoro serve per allungarla da 0 a 8,0 cm (2 punti)? c) Quanto lavoro serve per allungarla ulteriormente da 8,0 cm a 16 cm? Spiega perché è maggiore del precedente, aiutandoti con il grafico forza–allungamento (2 punti).

13. ●● Un'auto che viaggia a 50 km/h su una strada orizzontale frena a ruote bloccate e si ferma in 14 m. a) Con il teorema dell'energia cinetica ricava il coefficiente di attrito dinamico (2 punti). b) Quanto sarebbe lo spazio di frenata, con la stessa strada, a 90 km/h (2 punti)? c) Spiega perché lo spazio di frenata non è proporzionale alla velocità (2 punti).

14. ●● Da un balcone alto 6,0 m si lancia una pallina verso l'alto a 9,0 m/s; trascura l'aria. Scegli lo zero dell'energia potenziale al suolo. a) Qual è la quota massima raggiunta dalla pallina rispetto al suolo (2 punti)? b) Con quale velocità arriva al suolo (2 punti)? c) Se la pallina fosse lanciata verso il basso, sempre a 9,0 m/s, la velocità di arrivo al suolo cambierebbe? Giustifica (2 punti).

15. ●● Un pendolo lungo 1,5 m viene lasciato andare da fermo con il filo inclinato di 35° rispetto alla verticale; l'attrito è trascurabile. a) Calcola la quota di partenza rispetto al punto più basso (2 punti). b) Calcola la velocità nel punto più basso (2 punti). c) Calcola la velocità quando il filo forma un angolo di 20° con la verticale (2 punti).

Parte C · Problemi (3 problemi, 50 punti in totale)

16. ●● **(15 punti)** Un argano elettrico tira con una fune parallela alla rampa un carrello di 300 kg, dalla base alla cima di una rampa lunga 20 m e alta 5,0 m. Il carrello sale a velocità costante e impiega 40 s; gli attriti sono trascurabili. Il rendimento dell'argano è 0,75. a) Calcola il lavoro del peso durante la salita (3 punti). b) Calcola il lavoro della forza della fune, giustificando il risultato (3 punti). c) Calcola la potenza utile e la potenza assorbita dall'argano (3 punti). d) Quanta energia, nei 40 s, si trasforma nell'argano in energia interna invece che in lavoro utile? (3 punti) e) In cima, il carrello viene sganciato per errore e scende lungo la rampa liscia: con quale velocità arriva alla base? (3 punti)

17. ●●● **(20 punti)** Un blocco di 0,50 kg comprime di 10 cm una molla di costante elastica 800 N/m su un piano orizzontale. Lasciato libero, il blocco si stacca dalla molla nel punto O; il piano è liscio, tranne un tratto scabro lungo 1,5 m che comincia subito dopo O, con coefficiente di attrito dinamico 0,20. Dopo il tratto scabro il piano prosegue liscio e termina con una rampa liscia. a) Calcola l'energia elastica iniziale (3 punti). b) Calcola la velocità del blocco in O (3 punti). c) Calcola il lavoro dell'attrito sul tratto scabro e la velocità del blocco alla fine del tratto (4 punti). d) Fino a che altezza sale il blocco lungo la rampa? (3 punti) e) Il blocco ridiscende, riattraversa il tratto scabro e torna a comprimere la molla: di quanto la comprime al massimo? (4 punti) f) Dove si ferma definitivamente il blocco? (3 punti)

18. ●● **(15 punti)** Il carrello di una montagna russa, di 600 kg, passa sulla cima di una collina alta 35 m alla velocità di 2,0 m/s e arriva in fondo alla discesa, a quota zero, a 25 m/s. a) Calcola l'energia meccanica del carrello in cima, con lo zero dell'energia potenziale in fondo (3 punti). b) Con quale velocità arriverebbe in fondo se non ci fossero attriti? (3 punti) c) Calcola il lavoro delle forze non conservative durante la discesa e la percentuale di energia meccanica dissipata (3 punti). d) Dopo la discesa il carrello affronta una collina alta 20 m; supponendo trascurabili gli attriti su questo tratto, con quale velocità arriva in cima? (3 punti) e) L'energia meccanica mancante è andata perduta? Spiega dove è finita e quale principio usi (3 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 (15), problema 17 (20), problema 18 (15)	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. B (2 punti). La forza è perpendicolare allo spostamento: cos 90° = 0, $W = 0$.

2. A (2 punti). $E = P\Delta t = 0{,}060\ \text{kW} \times 5{,}0\ \text{h} = 0{,}30\ \text{kWh}$ (il kW è una potenza, non un'energia).

3. C (2 punti). $P = m\,g\,h/\Delta t = 50\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N/kg} \times 4{,}0\ \text{m} / 8{,}0\ \text{s} = 245\ \text{W}$.

4. D (2 punti). $K = \frac{1}{2} m\,v^2$: $2^2 = 4$.

5. B (2 punti). 72 km/h = 20 m/s; $K = \frac{1}{2} \times 1000\ \text{kg} \times (20\ \text{m/s})^2 = 2{,}0 \times 10^5$ J. (A si ottiene dimenticando di convertire i km/h.)

6. C (2 punti). Il lavoro dell'attrito dinamico dipende dal percorso e su un percorso chiuso non è nullo.

7. A (2 punti). $\Delta U = m\,g(h_\text{f} - h_\text{i}) = 1{,}5\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N/kg} \times (0{,}80\ \text{m} - 2{,}0\ \text{m}) \approx -18$ J; non dipende dal livello di zero.

8. D (2 punti). $v = \sqrt{(2g\,h)} = \sqrt{(2 \times 9{,}8\ \text{m/s}^2 \times 5{,}0\ \text{m})} \approx 9{,}9$ m/s.

9. B (2 punti). $h = v^2/(2g) = (2{,}0\ \text{m/s})^2/(19{,}6\ \text{m/s}^2) \approx 0{,}20$ m.

10. C (2 punti). $W_\text{nc} = \Delta E = -2{,}0$ kJ.

11. a) $W = F\,s\cos\alpha = 120\ \text{N} \times 15\ \text{m} \times \cos 25° \approx 1{,}6 \times 10^3$ J (1631 J) (2 punti). b) La velocità è costante: $\Delta K = 0$, quindi il lavoro totale è nullo. Peso e reazione normale non compiono lavoro (perpendicolari allo spostamento), perciò $W_\text{attrito} = -1{,}6 \times 10^3$ J (2 punti). c) $P = W/\Delta t = 1631\ \text{J} / 20\ \text{s} \approx 82$ W (2 punti).

12. a) $F = k\,x = 300\ \text{N/m} \times 0{,}080\ \text{m} = 24$ N (2 punti). b) $W = \frac{1}{2} k\,x^2 = \frac{1}{2} \times 300\ \text{N/m} \times (0{,}080\ \text{m})^2 \approx 0{,}96$ J (2 punti). c) $\frac{1}{2} \times 300 \times (0{,}16)^2$ J − 0,96 J = 3,84 J − 0,96 J ≈ 2,9 J: il triplo. Nel grafico F–x il lavoro è l'area sotto la retta: il secondo tratto è un trapezio con area tripla del primo triangolo, perché la forza è sempre maggiore (2 punti).

13. Sull'auto agiscono peso e reazione normale (che si equilibrano e non compiono lavoro) e l'attrito dinamico. a) $-\mu_\text{d} m\,g\,d = 0 - \frac{1}{2} m\,v^2 \Longrightarrow \mu_\text{d} = v^2/(2g\,d)$; $v = 50/3{,}6$ m/s ≈ 13,9 m/s; $\mu_\text{d} = (13{,}9\ \text{m/s})^2/(2 \times 9{,}8\ \text{m/s}^2 \times 14\ \text{m}) \approx 0{,}70$ (2 punti). b) $d \propto v^2$: 14 m × $(90/50)^2 \approx 45$ m (2 punti). c) L'attrito deve dissipare tutta l'energia cinetica, che è proporzionale a v^2; con una forza frenante costante lo spazio è proporzionale all'energia da dissipare, quindi a v^2 (2 punti).

14. Sulla pallina agisce solo il peso: l'energia meccanica si conserva. a) $\frac{1}{2} m\,v_0^2 + m\,g\,h_0 = m\,g\,h_\text{max} \Longrightarrow h_\text{max} = 6{,}0\ \text{m} + (9{,}0\ \text{m/s})^2/(2 \times 9{,}8\ \text{m/s}^2) \approx 6{,}0\ \text{m} + 4{,}1\ \text{m} \approx 10$ m (2 punti). b) $v = \sqrt{(v_0^2 + 2g\,h_0)} = \sqrt{(81 + 2 \times 9{,}8 \times 6{,}0)}$ m/s ≈ 14 m/s (2 punti). c) No: l'energia meccanica iniziale è la stessa, perché l'energia cinetica dipende dal modulo della velocità e non dalla direzione; la velocità di arrivo è ancora circa 14 m/s (2 punti).

15. La tensione del filo non compie lavoro: l'energia meccanica si conserva; zero dell'energia potenziale nel punto più basso. a) $h = l(1 - \cos 35°) = 1{,}5\ \text{m} \times (1 - 0{,}819) \approx 0{,}27$ m (2 punti). b) $v = \sqrt{(2g\,h)} = \sqrt{(2 \times 9{,}8\ \text{m/s}^2 \times 0{,}271\ \text{m})} \approx 2{,}3$ m/s (2 punti). c) A 20° la quota è 1,5 m × (1 − cos 20°) ≈ 0,090 m; $v = \sqrt{(2 \times 9{,}8 \times (0{,}271 - 0{,}090))}$ m/s ≈ 1,9 m/s (2 punti).

16. a) $W_\text{peso} = -m\,g\,h = -300\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N/kg} \times 5{,}0\ \text{m} = -1{,}47 \times 10^4\ \text{J} \approx -1{,}5 \times 10^4$ J (3 punti). b) Velocità costante: $\Delta K = 0$, quindi il lavoro totale è nullo; la reazione normale non compie lavoro, perciò $W_\text{fune} = +1{,}47 \times 10^4$ J (controllo: la forza della fune è $m\,g\,h/l =$ 735 N, per 20 m) (3 punti). c) $P_\text{utile} = 1{,}47 \times 10^4\ \text{J} / 40\ \text{s} \approx 3{,}7 \times 10^2$ W (368 W); $P_\text{assorbita} = P_\text{utile}/\eta = 368\ \text{W} / 0{,}75 = 4{,}9 \times 10^2$ W (1 punto per la formula, 2 per i risultati). d) Energia assorbita 490 W × 40 s = $1{,}96 \times 10^4$ J; utile $1{,}47 \times 10^4$ J; differenza ≈ $4{,}9 \times 10^3$ J (3 punti). e) Sul carrello lavora solo il peso: $v = \sqrt{(2g\,h)} = \sqrt{(2 \times 9{,}8\ \text{m/s}^2 \times 5{,}0\ \text{m})} \approx 9{,}9$ m/s, qualunque sia la pendenza della rampa (3 punti).

17. Le forze che compiono lavoro sono la forza elastica e il peso (conservative) e l'attrito sul tratto scabro (non conservativa); zero dell'energia potenziale sul piano. a) $U_\text{el} = \frac{1}{2} \times 800\ \text{N/m} \times (0{,}10\ \text{m})^2 = 4{,}0$ J (3

punti). b) $\tfrac{1}{2} m v^2 = 4{,}0\ \text{J} \Rightarrow v = \sqrt{(2 \times 4{,}0\ \text{J} / 0{,}50\ \text{kg})} = 4{,}0\ \text{m/s}$ (3 punti). c) $F_d = \mu_d m g = 0{,}20 \times 0{,}50\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N/kg} = 0{,}98\ \text{N}$; $W_{nc} = -0{,}98\ \text{N} \times 1{,}5\ \text{m} \approx -1{,}47\ \text{J}$ (2 punti); $K = 4{,}0\ \text{J} - 1{,}47\ \text{J} = 2{,}53\ \text{J}$, $v = \sqrt{(2 \times 2{,}53\ \text{J} / 0{,}50\ \text{kg})} \approx 3{,}2\ \text{m/s}$ (2 punti). d) $2{,}53\ \text{J} = m g h \Rightarrow h = 2{,}53\ \text{J} / (0{,}50\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N/kg}) \approx 0{,}52\ \text{m}$ (3 punti). e) Riattraversando il tratto scabro perde altri 1,47 J: restano 1,06 J (2 punti); $\tfrac{1}{2} k x^2 = 1{,}06\ \text{J} \Rightarrow x = \sqrt{(2 \times 1{,}06\ \text{J} / 800\ \text{N/m})} \approx 0{,}051\ \text{m} = 5{,}1\ \text{cm}$ (2 punti). f) Il blocco si ferma quando l'attrito ha dissipato tutti i 4,0 J iniziali: cammino totale sul tratto scabro $4{,}0\ \text{J} / 0{,}98\ \text{N} \approx 4{,}1\ \text{m}$. Ne ha già percorsi 3,0 m (andata e ritorno); dopo il nuovo lancio della molla percorre ancora $1{,}06\ \text{J} / 0{,}98\ \text{N} \approx 1{,}1\ \text{m}$ e si ferma sul tratto scabro, circa 1,1 m dopo O (3 punti).

18. a) $E_i = m g h + \tfrac{1}{2} m v^2 = 600\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N/kg} \times 35\ \text{m} + \tfrac{1}{2} \times 600\ \text{kg} \times (2{,}0\ \text{m/s})^2 = 205\,800\ \text{J} + 1200\ \text{J} \approx 2{,}07 \times 10^5\ \text{J}$ (3 punti). b) $\tfrac{1}{2} v^2 = \tfrac{1}{2} v_0^2 + g h \Rightarrow v = \sqrt{((2{,}0\ \text{m/s})^2 + 2 \times 9{,}8\ \text{m/s}^2 \times 35\ \text{m})} \approx 26\ \text{m/s}$ (3 punti). c) $E_f = \tfrac{1}{2} \times 600\ \text{kg} \times (25\ \text{m/s})^2 = 1{,}875 \times 10^5\ \text{J}$; $W_{nc} = \Delta E \approx -1{,}95 \times 10^4\ \text{J}$, cioè circa il 9% dell'energia iniziale (3 punti). d) $\tfrac{1}{2} m v^2 = 1{,}875 \times 10^5\ \text{J} - 600\ \text{kg} \times 9{,}8\ \text{N/kg} \times 20\ \text{m} = 6{,}99 \times 10^4\ \text{J} \Rightarrow v = \sqrt{(2 \times 6{,}99 \times 10^4\ \text{J} / 600\ \text{kg})} \approx 15\ \text{m/s}$ (3 punti). e) No: per il principio di conservazione dell'energia, l'energia meccanica dissipata dagli attriti delle ruote e dalla resistenza dell'aria è diventata energia interna (ruote, rotaie e aria si scaldano) e in piccola parte suono; l'energia totale si è conservata (3 punti).