

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ & ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 10 ΙΟΥΝΙΟΥ 2022
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ: ΕΠΤΑ (7)

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΛΗΡΕΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. γ

A2. δ

A3. γ

A4. β

A5. α. Λάθος, β. Σωστό, γ. Λάθος, δ. Σωστό, ε. Σωστό

ΘΕΜΑ Β

B1.

α. Σωστό το (i)

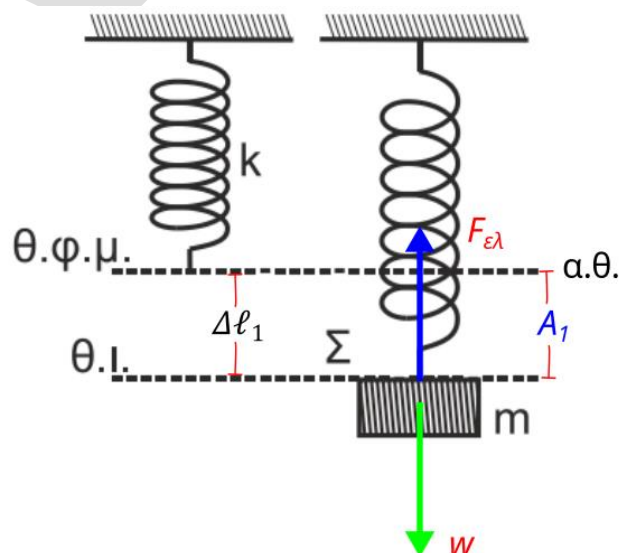
β. Πείραμα 1

Στην περίπτωση αυτή, το σώμα Σ θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση με πλάτος ίσο με την απόσταση της θ.φ.μ. από τη θ.ι. του, καθώς στη θ.φ.μ. το σώμα δεν έχει ταχύτητα, με αποτέλεσμα η θέση αυτή να είναι ακραία θέση (α.θ.) για την ταλάντωσή του.

Από τη συνθήκη ισορροπίας για το σώμα, έχουμε ότι (κάνοντας χρήση των μέτρων των δυνάμεων)

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{ελ} = w \Rightarrow k\Delta\ell_1 = mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta\ell_1 = \frac{mg}{k} \Rightarrow \boxed{A_1 = \Delta\ell_1 = \frac{mg}{k}}$$



Πείραμα 2

Το σώμα Σ στην περίπτωση αυτή θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση με δύναμη επαναφοράς που θα ισούται με τη δύναμη του ελατηρίου, καθώς

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_{ελ} + \vec{w} + \vec{F} \xrightarrow{\vec{F} = -\vec{w}} \Sigma \vec{F} = \vec{F}_{ελ}$$

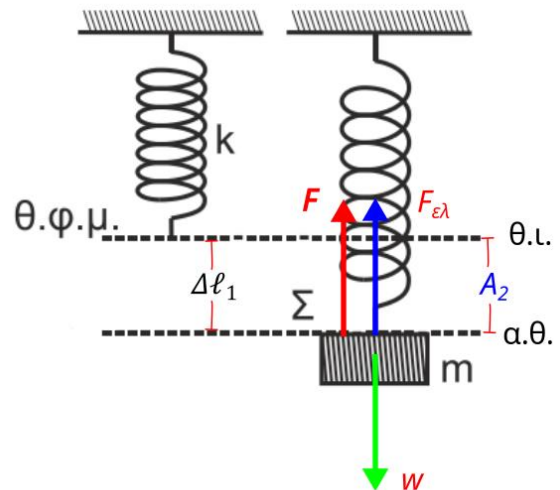
Έτσι, στην περίπτωση αυτή η θέση ισορροπίας της ταλάντωσης του Σ θα ταυτίζεται με τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου (καθώς εκεί $\vec{F}_{ελ} = \vec{0}$).

Επομένως, το σώμα ξεκινά από την κάτω ακραία θέση της ταλάντωσης του, με αποτέλεσμα το πλάτος

στην περίπτωση αυτή να ισούται με την απόσταση της θέσης φυσικού μήκους του ελατηρίου από την κάτω ακραία θέση (αρχική θέση ισορροπίας).

Άρα,

$$A_2 = \Delta \ell_1 = A_2$$



B2.

α. Σωστό το (ii)

β. Αιτιολόγηση:

Η ταχύτητα εξόδου του νερού από τις δύο οπές υπολογίζεται από τις σχέσεις (Θεώρημα Torricelli):

$$v_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(H - \frac{5H}{6} \right)} \rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{g \cdot H}{3}} \quad (1)$$

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(H - \frac{H}{3} \right)} \rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot g \cdot H}{3}} \rightarrow v_2 = 2 \sqrt{\frac{g \cdot H}{3}} \quad (2)$$

Η παροχή όταν είναι ανοιχτή μόνο η οπή 1 είναι ίση με:

$$\Pi_1 = \frac{V}{\Delta t_1} \rightarrow A \cdot v_1 = \frac{V}{\Delta t_1} \xrightarrow{(1)} \Delta t_1 = \frac{V}{A \cdot \sqrt{\frac{gh}{3}}} \quad (3)$$

Η παροχή όταν είναι ανοιχτές και οι δύο οπές είναι ίση με:

$$\Pi_2 = \frac{V}{\Delta t_2} \rightarrow A \cdot (v_1 + v_2) = \frac{V}{\Delta t_2} \xrightarrow{(1) \& (2)} \Delta t_2 = \frac{V}{A \cdot \left(\sqrt{\frac{gh}{3}} + 2 \sqrt{\frac{gh}{3}} \right)} \rightarrow \Delta t_2 = \frac{V}{3A \cdot \sqrt{\frac{gh}{3}}} \quad (4)$$

Διαιρώντας κατά μέλη τις σχέσεις (3) και (4) έχουμε: $\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{1}{3}$.

B3.

α. Σωστό το (iii)

β. Αιτιολόγηση:

Η αρχική κινητική ενέργεια του σώματος m_1 είναι ίση με:

$$K_1 = \frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 = \frac{(m_1 \cdot v_1)^2}{2m_1} \rightarrow K_1 = \frac{p_1^2}{2m_1} \quad (1)$$

Η αντίστοιχη κινητική ενέργεια του m_1 αμέσως μετά την κρούση είναι ίση με:

$$K_1' = \frac{(p_1')^2}{2m_1} \xrightarrow{p_1' = \frac{p_1}{5}} K_1' = \frac{1}{25} \cdot \frac{p_1^2}{2m_1} \quad (2)$$

Το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μεταβιβάστηκε από τη σφαίρα μάζας m_1 στη σφαίρα μάζας m_2 κατά την κρούση ισούται με το ποσοστό ελάττωσης της κινητικής ενέργειας του m_1 κατά την κρούση. Δηλαδή:

$$\Pi = \frac{K_1 - K_1'}{K_1} \cdot 100\% \rightarrow \Pi = \frac{\frac{p_1^2}{2m_1} - \frac{1}{25} \cdot \frac{p_1^2}{2m_1}}{\frac{p_1^2}{2m_1}} \cdot 100\% = \frac{24}{25} \cdot 100\% \rightarrow \Pi = 96\%$$

ΘΕΜΑ Γ

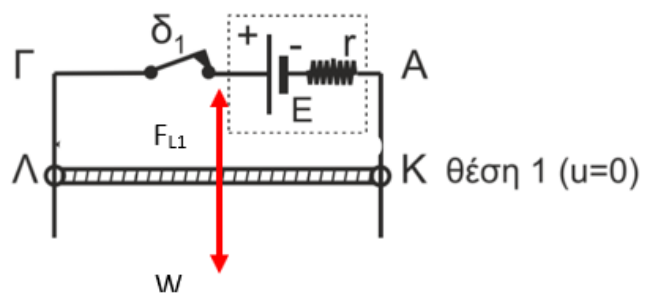
Γ1. Καθώς ο διακόπτης δ_1 είναι κλειστός και ο διακόπτης δ_2 ανοικτός το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα είναι:

$$I = \frac{E}{R_{KL} + r} = 3A$$

Για να ισορροπεί ο αγωγός, σύμφωνα με τον 1^ο Ν. Νεύτωνα, θα πρέπει η συνολική δύναμη που δέχεται να είναι ίση με το μηδέν.

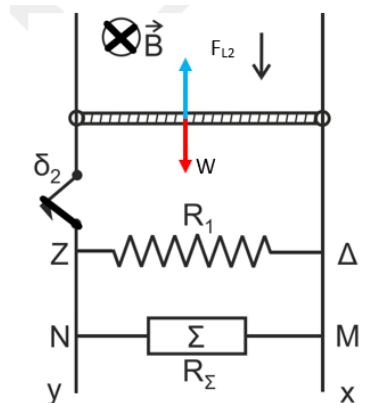
$$\Sigma F_y = 0 \rightarrow w = F_L \rightarrow mg = BI \cdot l \rightarrow B = \frac{mg}{I \cdot l} = 1T$$

Η κατεύθυνση της έντασης του μαγνητικού πεδίου, σύμφωνα με τον κανόνα των 3 δακτύλων θα έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα (προς τα μέσα) $\otimes$.



Γ2. Καθώς κλείνει ο διακόπτης δ_2 και ανοίγει ο διακόπτης δ_1 ο αγωγός ΚΛ αρχίζει να επιταχύνεται με φορά προς τα κάτω λόγω της δύναμης του βάρους. Στα άκρα του αγωγού εμφανίζεται επαγωγική τάση καθώς μεταβάλλεται η μαγνητική ροή και επειδή το κύκλωμα είναι κλειστό θα δημιουργηθεί επαγωγικό ρεύμα. Τα παραπάνω, έχουν ως αποτέλεσμα στον αγωγό να ασκείται

δύναμη Laplace, η κατεύθυνση της οποίας καθορίζεται από τον κανόνα του Lenz, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Από τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας της συσκευής υπολογίζεται η τιμή της αντίστασης της R_{Σ}

$$P_K = \frac{V_K^2}{R_{\Sigma}} \rightarrow R_{\Sigma} = 6\Omega$$

Η αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος είναι:

$$\frac{1}{R_{\varepsilon\xi}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{\Sigma}} \rightarrow R_{\varepsilon\xi} = 2\Omega$$

Η επαγωγική τάση που εμφανίζει ο αγωγός $E_{\varepsilon\pi} = Bul$ και η ένταση του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα είναι:

$$I_{\varepsilon\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{\varepsilon\xi} + R_{K\Lambda}} = \frac{Bul}{R_{\varepsilon\xi} + R_{K\Lambda}}$$

Η συνολική δύναμη που δέχεται ο αγωγός κατά τη κίνηση στου είναι

$$\Sigma F_y = ma \rightarrow W - F_L = ma \rightarrow mg - BI_{\varepsilon\pi}l = ma \rightarrow$$

$$mg - \frac{B^2ul^2}{R_{\varepsilon\xi} + R_{K\Lambda}} = ma \quad (1)$$

Από την παραπάνω σχέση παρατηρούμε ότι η αύξηση της ταχύτητας προκαλεί μείωση της επιτάχυνσης. Επομένως, ο αγωγός εκτελεί μη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με συνεχώς μειούμενη επιτάχυνση.

Όταν η συνισταμένη δύναμη γίνει ίση με το μηδέν (μηδενίζεται και η επιτάχυνσή του) τότε ο αγωγός θα αποκτήσει οριακή ταχύτητα

$$mg - \frac{B^2u_{op}l^2}{R_{\varepsilon\xi} + R_{K\Lambda}} = 0 \rightarrow \boxed{u_{op} = 12m/s}$$

την οποία στη συνέχεια θα διατηρεί σταθερή, εκτελώντας ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

Γ3. Ο ζητούμενος ρυθμός μεταβολής της ορμής του αγωγού, ισούται με τη συνισταμένη δύναμη που του ασκείται τότε. Δηλαδή,

$$\frac{dp}{dt} = \Sigma F = ma \stackrel{(1)}{\Rightarrow} \frac{dp}{dt} = mg - \frac{B^2 \frac{u_{op}}{2} l^2}{R_{\varepsilon\xi} + R_{K\Lambda}} = mg - \frac{mg}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{dp}{dt} = \frac{mg}{2} \Rightarrow \boxed{\frac{dp}{dt} = 1,5kg \cdot m/s^2}$$

κατακόρυφα, με φορά προς τα κάτω.

Γ4. Όταν $u = u_{op}$, τότε

$$I_{\varepsilon\pi} = \frac{Bu_{op}l}{R_{\varepsilon\xi} + R_{K\Lambda}} = \frac{12}{4}A = 3A$$

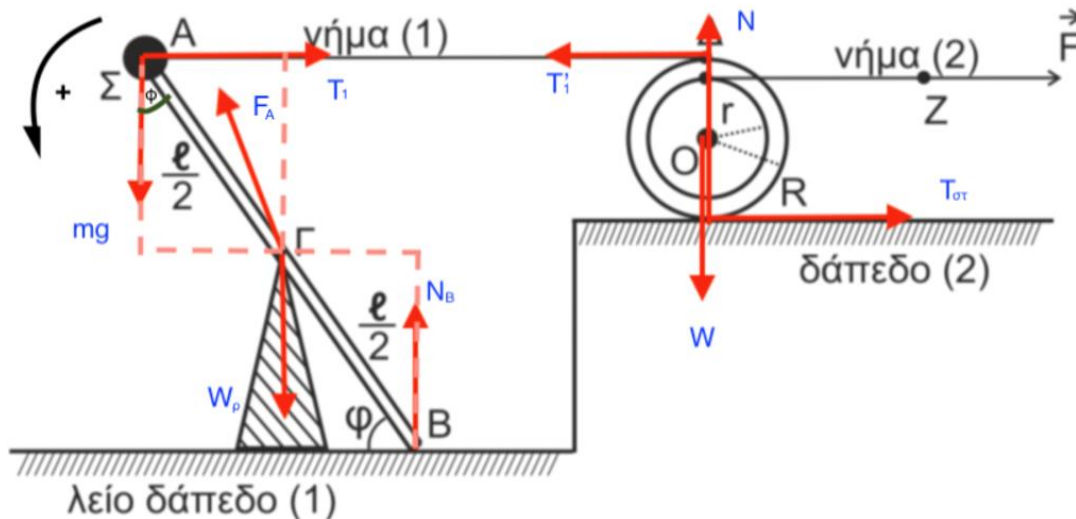
Η τάση στα άκρα της συσκευής, είναι ίση με

$$V = I_{\varepsilon\pi} \cdot R_{\varepsilon\xi} = 3A \cdot 2\Omega \Rightarrow V = 6V$$

Επειδή $V = V_k$, συμπεραίνουμε ότι η συσκευή λειτουργεί κανονικά.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.



Το σύστημα ράβδος – σημειακή μάζα ισορροπεί. Οπότε, σύμφωνα με τη θετική φορά του σχήματος, έχουμε:

$$\Sigma \tau_{(r)} = 0 \Rightarrow T_1 \eta \mu \varphi \cdot \frac{\ell}{2} - N_B \sigma \nu \varphi \cdot \frac{\ell}{2} - mg \sigma \nu \varphi \cdot \frac{\ell}{2} = 0 \Rightarrow \boxed{N_B = 4N}$$

Όπου η δύναμη N_B από το έδαφος είναι κατακόρυφη, καθώς το έδαφος είναι λείο.

Δ2. Αμέσως μετά το κόψιμο του νήματος (1) το σύστημα ράβδος – σημειακή μάζα περιστρέφεται γύρω από άξονα στο σημείο Γ, οπότε:

$$\Sigma \tau_{\varepsilon \xi, \Gamma} = I_{o\lambda, \Gamma} \alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow mg \frac{\ell}{2} \sin \varphi = \left(\frac{1}{12} M_{\rho} \ell^2 + m \frac{\ell^2}{4} \right) \alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha_{\gamma\omega\nu} = 3 \text{ rad/s}^2$$

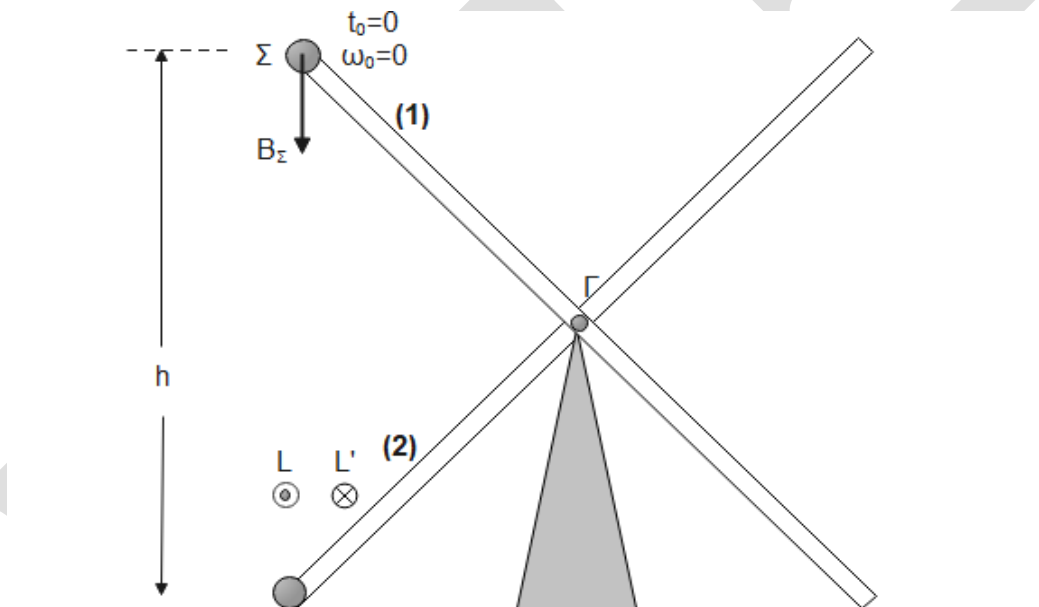
Έτσι, ο ζητούμενος ρυθμός μεταβολής της στροφορμής της ράβδου θα είναι ίσος με:

$$\frac{dL_{\rho}}{dt} = \Sigma \tau_{\rho} = I_{cm(\rho)} \alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow \frac{dL_{\rho}}{dt} = \frac{1}{12} M_{\rho} \ell^2 \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{dL_{\rho}}{dt} = 3 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2}$$

Δ3. Εφαρμόζουμε το Θ.Μ.Κ.Ε. για το σύστημα ράβδου – σημειακή μάζα από τη θέση (1) μέχρι και τη θέση (2) ακριβώς πριν η σημειακή μάζα χτυπήσει στο έδαφος. Η μόνη εξωτερική δύναμη που ασκείται στο σύστημα και παράγει έργο, είναι το βάρος του σφαιριδίου Σ. Η κατακόρυφη απόσταση που διανύει το σφαιρίδιο Σ είναι ίση με h , όπου

$$h = \ell \eta \mu \varphi = 1,6 \text{ m}$$



Άρα

$$K_{\tau\epsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = W_{\vec{w}_{\Sigma}} \Rightarrow \frac{1}{2} I_{o\lambda, \Gamma} \omega^2 - 0 = mgh \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \left(\frac{1}{12} M_{\rho} \ell^2 + m \frac{\ell^2}{4} \right) \omega^2 = mgh \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega = 4 \text{ rad/s}$$

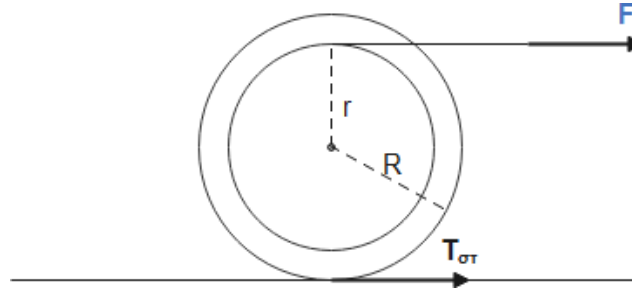
Οπότε, αμέσως μετά την κρούση $\omega' = -\frac{\omega}{2} = -2 \text{ rad/s}$ και το ζητούμενο μέτρο του ρυθμού μεταβολής της στροφορμής του συστήματος είναι ίσο με:

$$|\Delta \vec{L}| = |\vec{L}' - \vec{L}| = |I_{o\lambda, \Gamma} (\omega' - \omega)| \Rightarrow$$

$$\Rightarrow |\Delta \vec{L}| = 12 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$$

Με κατεύθυνση κάθετη στο επίπεδο της κίνησης και φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Δ4.



Η τροχαλία, εκτελεί σύνθετη κίνηση, η οποία είναι κύλιση χωρίς ολίσθηση.

Μεταφορική κίνηση:

$$\Sigma F_x = M_T a_{cm} \Rightarrow F + T_{\sigma\tau} = M_T a_{cm} \quad (1)$$

Περιστροφική κίνηση:

$$\Sigma \tau = I_{cm(T)} a_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow Fr - T_{\sigma\tau} R = \frac{1}{2} M_T R^2 a_{\gamma\omega\nu} \quad (2)$$

Επειδή κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει (σύνδεσμος):

$$a_{cm} = a_{\gamma\omega\nu} R \quad (3)$$

Από το σύστημα των παραπάνω εξισώσεων, προκύπτει ότι:

$$a_{cm} = 2 \text{ m/s}^2$$

Δ5. Η απόσταση που έχει διανύσει το κέντρο μάζας της τροχαλίας έως τη χρονική στιγμή t_1 είναι ίση με:

$$x_{cm} = \frac{1}{2} a_{cm} t_1^2 = 4 \text{ m}$$

Και η γωνία περιστροφής της τροχαλίας έως τότε είναι ίση με (καθώς δεν ολισθαίνει):

$$\Delta\theta = \frac{x_{cm}}{R} = \frac{4}{0,4} \text{ rad} = 10 \text{ rad}$$

Επομένως, το ζητούμενο έργο της δύναμης έως τη στιγμή t_1 είναι ίσο με:

$$\begin{aligned}
 W_F &= F x_{cm} + \tau_F \cdot \Delta\theta = F x_{cm} + F r \cdot \Delta\theta = 12 \cdot 4 \text{ J} + 12 \cdot 0,3 \cdot 10 \text{ J} \Rightarrow \\
 &\Rightarrow W_F = 48 \text{ J} + 36 \text{ J} \Rightarrow \boxed{W_F = 84 \text{ J}}
 \end{aligned}$$