

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ



Λύσεις των ασκήσεων

Β΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

Φυσική

Ομάδας Προσανατολισμού

Θετικών Σπουδών

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ
«ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

Φυσική

Ομάδας Προσανατολισμού

Θετικών Σπουδών

Λύσεις των ασκήσεων

Β' τάξη

Γενικού Λυκείου

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας, η οποία δημιουργήθηκε με χρηματοδότηση από το ΕΣΠΑ / ΕΠ «Εκπαίδευση & Διά Βίου Μάθηση» / Πράξη «ΣΤΗΡΙΖΩ».



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΕΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Οι αλλαγές που ενσωματώθηκαν στην παρούσα έκδοση έγιναν με βάση τις διορθώσεις του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

ΑΛΕΚΟΣ ΙΩΑΝΝΟΥ
ΓΙΑΝΝΗΣ ΝΤΑΝΟΣ
ΑΓΓΕΛΟΣ ΠΗΤΤΑΣ
ΣΤΑΥΡΟΣ ΡΑΠΤΗΣ

ΙΩΑΝΝΗΣ ΒΛΑΧΟΣ
ΙΩΑΝΝΗΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΑΚΗΣ
ΒΑΣΙΛΗΣ ΚΑΡΑΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΚΟΚΚΟΤΑΣ
ΠΕΡΙΚΛΗΣ ΠΕΡΙΣΤΕΡΟΠΟΥΛΟΣ
ΓΙΩΡΓΟΣ ΤΙΜΟΘΕΟΥ

Η συγγραφή και η επιμέλεια του βιβλίου πραγματοποιήθηκε
υπό την αιγίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Φυσική
Ομάδας Προσανατολισμού
Θετικών Σπουδών
Λύσεις των ασκήσεων

Β' τάξη
Γενικού Λυκείου

1 ΚΑΜΠΥΛΟΓΡΑΜΜΕΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ: ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΒΟΛΗ, ΚΥΚΛΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ

- 1.1 Α. Από την εξίσωση της ελεύθερης πτώσης έχουμε:

$$h = \frac{1}{2} g_{\Sigma} t^2 \text{ ή } g_{\Sigma} = \frac{2h}{t^2} \Rightarrow \text{και με αντικατάσταση}$$

$$g_{\Sigma} = \frac{2 \cdot 7,2}{3^2} \text{ m/s}^2 \text{ ή } g_{\Sigma} = 1,6 \text{ m/s}^2.$$

- Β. i) Ο χρόνος που χρειάζεται το σώμα για να φθάσει στο έδαφος σύμφωνα με την αρχή επαλληλίας των κινήσεων, είναι πάλι 3s.

ii) Για την οριζόντια κίνηση έχουμε: $x = vt$ ή $x = 12 \cdot 3\text{m}$ ή $x = 36\text{m}$.

- 1.2 Α. Οι ζητούμενες εξισώσεις για τις δύο κινήσεις της βόμβας στους άξονες x και y είναι αντίστοιχα:

$$x = vt \text{ (α) και } y = \frac{1}{2} gt^2 \text{ (γ)}$$

$$v_x = v_0 \text{ (β) και } v_y = gt \text{ (δ)}$$

- Β. Από τη (γ) έχουμε:

$$y = \frac{1}{2} gt^2 \text{ ή } g = \frac{2y}{t^2} \text{ ή } g = \frac{2 \cdot 500}{10^2} \text{ m/s}^2 \text{ ή } g = 10 \text{ m/s}^2.$$

- Γ. Επειδή η ταχύτητα v_x της βόμβας είναι ίση με την ταχύτητα (v_0) του αεροπλάνου, βόμβα και αεροπλάνο διανύουν κάθε στιγμή την ίδια απόσταση x. Έτσι τη στιγμή που η βόμβα φτάνει στο έδαφος, το αεροπλάνο βρίσκεται ακριβώς πάνω από το σημείο πρόσκρουσης, έχοντας μετατοπιστεί από το σημείο που άφησε τη βόμβα κατά $x = v_0 t = 150 \cdot 10\text{m}$ ή $x = 1.500\text{m}$.

- 1.3 Η γραμμική ταχύτητα για κάθε σημείο του πλέγματος του τροχού είναι ίση με τη μεταφορική ταχύτητα του αυτοκινήτου. Δηλαδή $v=35\text{m/s}$. Για την κεντρομόλο επιτάχυνση έχουμε:

$$\alpha_{\kappa} = \frac{v^2}{R}, \text{ όπου } R = \frac{\delta}{2} = \frac{0,8}{2} \text{ m ή } R = 0,4\text{m}.$$

$$\text{Έτσι } \alpha_{\kappa} = \frac{35^2}{0,4} \text{ m/s}^2 \text{ ή } \alpha_{\kappa} = 3.062,5 \text{ m/s}^2.$$

- 1.4 Από τη σχέση $v = \omega R$, αν θέσουμε $\omega = \frac{2\pi}{T}$ βρίσκουμε για τη ζητούμενη ταχύτητα:

$$v = \frac{2\pi}{T} \cdot R = \frac{2 \cdot 3,14}{24 \cdot 3.600} \cdot 6.380 \cdot 10^3 \text{ m/s} \quad \text{ή} \quad v = 463 \text{ m/s.}$$

Για την κεντρομόλο επιτάχυνση έχουμε:

$$\alpha_{\kappa} = \frac{v^2}{R} = \frac{463^2}{6.380 \cdot 10^3} \quad \text{ή} \quad \alpha_{\kappa} = 0,034 \text{ m/s}^2.$$

- 1.5 Για την ταχύτητα έχουμε:

$$v = \omega R = 2\pi f \frac{\delta}{2} = 2 \cdot 3,14 \cdot 8,5 \cdot \frac{13,8 \cdot 10^3}{2} \text{ m/s} \quad \text{ή} \quad v = 368 \cdot 10^3 \text{ m/s.}$$

Η ζητούμενη κεντρομόλος επιτάχυνση είναι:

$$\alpha_{\kappa} = \frac{v^2}{R} = \frac{(368 \cdot 10^3)^2}{\frac{13,8 \cdot 10^3}{2}} \text{ m/s}^2 \quad \text{ή} \quad \alpha_{\kappa} = 19,6 \cdot 10^6 \text{ m/s}^2.$$

- 1.6 Η συχνότητα περιστροφής του κάδου είναι:

$$f = \frac{780}{60} \text{ Hz} \quad \text{ή} \quad f = 13 \text{ Hz}$$

Έτσι βρίσκουμε:

$$v = \omega R = 2\pi f R \quad \text{ή} \quad v = 2\pi f \frac{\delta}{2} = 2 \cdot 3,14 \cdot 13 \cdot \frac{0,66}{2} \text{ m/s} \quad \text{ή}$$

$$v = 26,9 \text{ m/s} \quad \text{και} \quad \alpha_{\kappa} = \frac{v^2}{R} = \frac{26,9^2}{0,33} \text{ m/s}^2 \quad \text{ή} \quad \alpha_{\kappa} = 2.193 \text{ m/s}^2.$$

- 1.7 Η τιμή της τριβής, δηλαδή η κεντρομόλος δύναμη, δεν μπορεί να υπερβαίνει το 25% του βάρους του αυτοκινήτου.

$$\text{Δηλαδή: } F_{\kappa(\max)} = 0,25B \quad \text{ή} \quad F_{\kappa(\max)} = 0,25mg.$$

$$\text{Όμως } F_{\kappa(\max)} = \frac{mv_{\max}^2}{R} \quad \text{ή} \quad 0,25mg = \frac{mv_{\max}^2}{R} \quad \text{ή} \quad v_{\max} = \sqrt{0,25gR}$$

$$\text{και με αντικατάσταση } v_{\max} = 13 \text{ m/s.}$$

- 1.8 Για την περίοδο του ωροδείκτη και του λεπτοδείκτη βρίσκουμε:

$$T_{\Omega} = 12\text{h} = 12 \cdot 3.600\text{s} \quad \text{ή} \quad T_{\Omega} = 43.200\text{s} \quad \text{και} \quad T_{\Lambda} = 1\text{h} = 1 \cdot 3.600\text{s} \\ \text{ή} \quad T_{\Lambda} = 3.600\text{s.}$$

Έστω ότι οι δείκτες σχηματίζουν για πρώτη φορά γωνία $\frac{\pi}{3}$ μετά από χρόνο t . Ο λεπτοδείκτης έχει διαγράψει γωνία

$$\varphi_{\Lambda} = \omega_{\Lambda} t = \frac{2\pi}{T_{\Lambda}} t \quad (1)$$

Αντίστοιχα ο ωροδείκτης θα έχει διαγράψει γωνία

$$\varphi_{\Omega} = \omega_{\Omega} t = \frac{2\pi}{T_{\Omega}} t \quad (2)$$

Όμως $\varphi_{\Lambda} - \varphi_{\Omega} = \frac{\pi}{3}$ οπότε αντικαθιστούμε τις (1) και (2)

$$\text{και έχουμε } \frac{2\pi}{T_{\Lambda}} t - \frac{2\pi}{T_{\Omega}} t = \frac{\pi}{3} \quad \text{ή} \quad 2t \left(\frac{1}{T_{\Lambda}} - \frac{1}{T_{\Omega}} \right) = \frac{1}{3}$$

$$2t \left(\frac{1}{3.600} - \frac{1}{43.200} \right) = \frac{1}{3} \quad \text{ή} \quad t = 10,9 \text{ min.}$$

- 1.9 Το βλήμα κινούμενο ομαλά χρειάζεται χρόνο t για να φθάσει στο δίσκο, ο οποίος είναι: $t = \frac{d}{v} = \frac{2}{400} \text{ s}$ ή $t = 0,005 \text{ s}$. Στον ίδιο χρόνο t ο δίσκος περιστρέφεται κατά γωνία $\frac{\pi}{4}$.

Επομένως βρίσκουμε ότι:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{\frac{\pi}{4} \text{ rad}}{0,005 \text{ s}} = \frac{\pi}{0,02} \text{ rad/s} \quad \text{ή} \quad \omega = 50\pi \text{ rad/s.}$$

- 1.10 **A.** Για την ταχύτητα του δορυφόρου βρίσκουμε:

$$v = \omega(R + h) = \frac{2\pi}{T}(R + h) \quad \text{ή}$$

$$v = \frac{2 \cdot 3,14}{4 \cdot 3.600} (6.400 \cdot 10^3 + 6.400 \cdot 10^3) \text{ m/s} \quad \text{ή} \quad v = 5.581 \text{ m/s.}$$

B. Για τη γωνιακή ταχύτητα του δορυφόρου έχουμε:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \cdot 3,14}{4 \cdot 3.600} \text{ rad/s} \quad \text{ή} \quad \omega = 4,36 \cdot 10^{-4} \text{ rad/s.}$$

2 ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΤΗΣ ΟΡΜΗΣ

2.1 Η ορμή του λεωφορείου είναι:

$$p = mv, \text{ όπου } v = 72 \text{ km/h} = \frac{72.000}{3.600} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s.}$$

$$\text{Έτσι } p = 2.500 \cdot 20 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ ή } p = 5 \cdot 10^4 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

2.2 Η ταχύτητα του αεροπλάνου είναι $v_0 = \frac{216.000}{3.600} \text{ m/s} = 60 \text{ m/s}$.

Από την εξίσωση της ταχύτητας στην ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση έχουμε:

$$v = v_0 - \alpha t \text{ ή } 0 = v_0 - \alpha t \text{ ή } \alpha = \frac{v_0}{t} = \frac{60}{120} \text{ m/s}^2 \text{ ή } \alpha = 0,5 \text{ m/s}^2.$$

$$\text{Αλλά } F = m\alpha \text{ ή } F = 10^5 \cdot 0,5 \text{ N ή } F = 5 \cdot 10^4 \text{ N.}$$

2.3 Από το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα έχουμε:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{mv_{\text{τελ}} - mv_{\text{αρχ}}}{\Delta t} = \frac{mv_{\text{τελ}}}{\Delta t} \text{ ή } F = \frac{0,5 \cdot 24}{0,03} \text{ N ή } F = 400 \text{ N.}$$

2.4 Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής είναι:

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = \Sigma F \text{ ή } \frac{\Delta p}{\Delta t} = B = mg = 90 \cdot 10 \text{ N ή } \frac{\Delta p}{\Delta t} = 900 \text{ N.}$$

Επειδή ο αλεξιπτωτιστής θεωρούμε ότι κάνει ελεύθερη πτώση έχουμε

$$v = gt = 10 \cdot 1 \text{ m/s ή } v = 10 \text{ m/s.}$$

2.5 Α. Θεωρώντας ως θετική φορά στον κατακόρυφο άξονα τη φορά από κάτω προς τα πάνω έχουμε:

$$\Delta \vec{p} = \vec{p}_{\text{τελ}} - \vec{p}_{\text{αρχ}} \text{ ή } \Delta p = p_{\text{τελ}} - (-p_{\text{αρχ}}) \text{ ή}$$

$$\Delta p = mv_2 + mv_1 = (0,5 \cdot 30 + 0,5 \cdot 10) \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ ή}$$

$$\Delta p = 20 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Β. Για τη ζητούμενη μέση δύναμη έχουμε:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{20}{0,25} \text{ N ή } F = 80 \text{ N.}$$

2.6 Α. Για τη μεταβολή της ορμής βρίσκουμε:

$$\Delta p = p_{\text{τελ}} - p_{\text{αρχ}} = mv_{\text{τελ}} - 0 \quad \text{ή} \quad \Delta p = 1.600 \frac{90 \cdot 10^3}{3.600} \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{ή}$$

$$\Delta p = 4 \cdot 10^4 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Β. Η ζητούμενη δύναμη υπολογίζεται από το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα.

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{4 \cdot 10^4}{5} \text{ N} \quad \text{ή} \quad F = 8 \cdot 10^3 \text{ N}.$$

2.7 Α. Για κάθε σταγόνα η μεταβολή της ορμής, αφού η τελική ταχύτητά τους είναι μηδέν, έχει τιμή:

$$\Delta p = mv - 0 = mv$$

$$\Delta p = 3 \cdot 10^{-5} \cdot 17 \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{ή} \quad \Delta p = 51 \cdot 10^{-5} \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Β. Για τη μέση δύναμη βρίσκουμε:

$$F = \frac{\Delta p_{\text{ολ}}}{\Delta t} = \frac{500 \cdot 51 \cdot 10^{-5}}{1} \text{ N} \quad \text{ή} \quad F = 255 \cdot 10^{-3} \text{ N}.$$

2.8 Α. Για την ελάχιστη ορμή του σώματος έχουμε:

$$p_{\min} = mv_{\min} \quad \text{ή} \quad v_{\min} = \frac{p_{\min}}{m} = \frac{2}{1} \text{ m/s} \quad \text{ή} \quad v_{\min} = 2 \text{ m/s}.$$

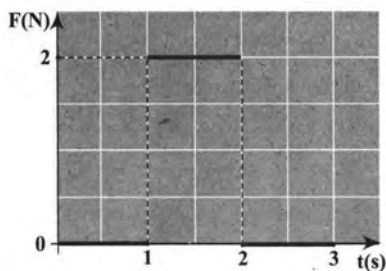
Αντίστοιχα για τη μέγιστη έχουμε:

$$p_{\max} = mv_{\max} \quad \text{ή} \quad v_{\max} = \frac{p_{\max}}{m} = \frac{4}{1} \text{ m/s} \quad \text{ή} \quad v_{\max} = 4 \text{ m/s}.$$

Β. Η συνισταμένη δύναμη όπως προκύπτει από τη σχέση $\Sigma F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ είναι μηδέν για τα χρονικά διαστήματα 0s έως 1s και 2s έως 3s. Αντίθετα κατά το χρονικό διάστημα 1s έως 2s η κλίση της ευθείας είναι σταθερή και κατά συνέπεια η δύναμη έχει σταθερή τιμή

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{4 - 2}{1} \text{ N} \quad \text{ή} \quad F = 2 \text{ N}.$$

Έτσι έχουμε:



2.9 Το σώμα επιταχύνεται με την επίδραση της δύναμης F και της τριβής T για την οποία βρίσκουμε:

$$T = \mu F_k = \mu mg = 0,1 \cdot 200 \cdot 10 \text{ N} \quad \text{ή} \quad T = 200 \text{ N}.$$

Έτσι από το θεμελιώδη νόμο της μηχανικής έχουμε:

$$\begin{aligned} \Sigma F &= \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad F - T = \frac{mv - 0}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad v = \frac{(F - T)\Delta t}{m} = \\ &= \frac{(500 - 200)4}{200} \text{ m/s} \quad \text{ή} \quad v = 6 \text{ m/s}. \end{aligned}$$

2.10 **A.** $p_{\text{πριν}} = mv_1 = 0,1 \cdot 10 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{ή} \quad p_{\text{πριν}} = 1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$p_{\text{μετά}} = mv_2 = 0,1 \cdot 8 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{ή} \quad p_{\text{μετά}} = 0,8 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

B. Για τη ζητούμενη μεταβολή της ορμής, θεωρώντας τη φορά της v_1 ως θετική έχουμε:

$$\Delta p = p_{\text{μετά}} - p_{\text{πριν}} = (-0,8 - 1) \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{ή} \quad \Delta p = -1,8 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Γ. Η δύναμη που δέχτηκε από τον τοίχο το μπαλάκι είναι:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{-1,8}{0,1} \text{ N} \quad \text{ή} \quad F = -18 \text{ N}.$$

Προφανώς η κατεύθυνση της F είναι αντίθετη από αυτή της ταχύτητας v_1 .

2.11 **A.** Από την αρχή διατήρησης της ορμής έχουμε:

$$0 = mv_0 + MV \quad \text{ή} \quad V = -\frac{mv_0}{M} \quad \text{ή} \quad V = -\frac{1 \cdot 1.000 \text{ m}}{1.000 \text{ s}} \quad \text{ή} \quad V = -1 \text{ m/s}.$$

(Το μείον δηλώνει ότι η φορά της ταχύτητας V είναι αντίθετη της ταχύτητας v_0).

B. Από το θεμελιώδη νόμο της Μηχανικής έχουμε:

$$\Sigma F = \frac{\Delta p}{\Delta t}, \quad \text{όπου} \quad \Sigma F \text{ είναι μόνο η τριβή } T.$$

$$\text{Έτσι βρίσκουμε:} \quad T = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad \mu Mg = \frac{0 - MV}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad \mu g = \frac{-V}{\Delta t} \quad \text{ή}$$

$$\Delta t = \frac{-V}{\mu g} = \frac{-(-1)}{0,05 \cdot 10} \text{ s} \quad \text{ή} \quad \Delta t = 2 \text{ s}.$$

2.12 Α. Από τη σχέση $\vec{p}_{ολ} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$ για κάθε μια περίπτωση έχουμε:

$$p_{ολ} = p_1 + p_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \text{ ή}$$

$$p_{ολ} = (2 \cdot 10 + 4 \cdot 6) \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ ή } p_{ολ} = 44 \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ και}$$

$$p_{ολ} = p_1 - p_2 = m_1 v_1 - m_2 v_2 = (2 \cdot 10 - 4 \cdot 6) \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ ή}$$

$$p_{ολ} = -4 \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}, \text{ με κατεύθυνση αυτή της ταχύτητας } v_2 \text{ την οποία θεωρήσαμε ως αρνητική.}$$

Β. Για την πλαστική κρούση ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής. Έτσι:

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2) V \text{ ή } V = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{-4}{6} \text{m/s ή } V = -\frac{2}{3} \text{m/s.}$$

Δηλαδή το συσσωμάτωμα μετά την κρούση έχει ταχύτητα

$$\frac{2}{3} \text{m/s, ίδιας κατεύθυνσης με αυτή της ταχύτητας } v_2.$$

2.13 Προφανώς θεωρούμε το κιβώτιο ακίνητο για το μικρό χρονικό διάστημα που διέρχεται το βλήμα. Έτσι:

$$\text{Α. } m_1 v_1 + 0 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \text{ ή } v_2' = \frac{m_1 (v_1 - v_1')}{m_2} \text{ ή}$$
$$v_2' = \frac{0,1(400 - 100)}{2} \text{m/s ή } v_2' = 15 \text{m/s.}$$

Β. Η ζητούμενη μέση δύναμη F είναι:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{m_2 v_2 - 0}{\Delta t} = \frac{2 \cdot 15}{0,1} \text{N ή } F = 300 \text{N.}$$

2.14 Από την αρχή διατήρησης της ορμής αμέσως πριν και μετά τη διάσπαση έχουμε:

$$M v = m_1 v_1 + m_2 v_2 \text{ ή } M v = m_1 v_1 + (M - m_1) v_2 \text{ ή } v_2 = \frac{M v - m_1 v_1}{M - m_1} =$$
$$= \frac{1.000 \cdot 500 - 800 \cdot 1.000}{200} \text{m/s ή } v_2 = -1.500 \text{m/s.}$$

Δηλαδή το κομμάτι m_2 αποκτά ταχύτητα 1.500m/s αντίθετης κατεύθυνσης από αυτή της ταχύτητας v του πυραύλου την οποία θεωρήσαμε ως θετική.

- 2.15 **A.** Αν θεωρήσουμε ότι στη μάζα $M=1.200\text{kg}$ του πρώτου αυτοκινήτου συμπεριλαμβάνεται και η σχετικά μικρή μάζα του μαθητή, μπορούμε να βρούμε την ορμή p_2 του δεύτερου αυτοκινήτου με την αρχή διατήρησης της ορμής. Πράγματι αφού η ορμή διατηρείται και η τελική ορμή του συσσωματώματος των δύο αυτοκινήτων είναι μηδέν, έχουμε:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_{\text{ολ}} \quad \text{ή} \quad p_1 - p_2 = 0 \quad \text{ή} \quad p_2 = p_1 \quad \text{ή}$$

$$p_2 = Mv = 1.200 \frac{72.000}{3.600} \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{ή}$$

$$p_2 = 24.000 \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

- B.** Ο μαθητής έχει αρχικά την ταχύτητα του πρώτου αυτοκινήτου, δηλαδή $v=20\text{m/s}$. Έτσι από το δεύτερο νόμο του Νεύτωνα, η δύναμη F που του ασκεί η ζώνη για να τον ακινητοποιήσει τελικά είναι:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_{\text{τελ}} - p_{\text{αρχ}}}{\Delta t} = \frac{0 - mv}{\Delta t} \quad \text{ή} \quad F = \frac{0 - 60 \cdot 20}{0,12} \text{N} \quad \text{ή} \quad F = -10.000 \text{N}.$$

Μπορείτε να διαπιστώσετε ότι η δύναμη αυτή είναι πολύ μεγαλύτερη από το βάρος $B = mg = 60 \cdot 10 \text{N} = 600 \text{N}$.

- 2.16 **A.** Από την αρχή διατήρησης της ορμής έχουμε:

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_{\text{ολ}} \quad \text{ή} \quad m_1 v_1 + 0 = (m_1 + m_2) V \quad \text{ή}$$

$$v_1 = \frac{(m_1 + m_2) V}{m_1} = \frac{(2.000 + 1.000) 4}{2.000} \text{m/s} \quad \text{ή} \quad v_1 = 6 \text{m/s}.$$

- B.** Για τη μεταβολή Δp του δεύτερου οχήματος έχουμε:

$$\vec{\Delta p} = \vec{p}_{\text{τελ}} - \vec{p}_{\text{αρχ}} \quad \text{ή} \quad \Delta p = m_2 V - 0 \quad \text{ή}$$

$$\Delta p = 1.000 \cdot 4 \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{ή} \quad \Delta p = 4.000 \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

- Γ.** Για το πρώτο όχημα βρίσκουμε:

$$\Delta p = \vec{p}_{\text{τελ}} - \vec{p}_{\text{αρχ}} \quad \text{ή} \quad \Delta p = m_1 V - m_1 v_1 = m_1 (V - v_1) \quad \text{ή}$$

$$\Delta p = 2.000 (4 - 6) \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{ή} \quad \Delta p = -4.000 \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Δηλαδή όπως αναμέναμε, η ελάτωση της ορμής του πρώτου οχήματος είναι ίση ακριβώς με την αύξηση της ορμής του δεύτερου.

2.17 **A.** Η ταχύτητα V του συσσωματώματος είναι:

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2)V \quad \text{ή} \quad V = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m_1 + m_2} \quad \text{ή}$$

$$V = \frac{0,4 \cdot 20 - 0,6 \cdot 5}{0,4 + 0,4} \text{ m/s} \quad \text{ή} \quad V = 5 \text{ m/s, δηλαδή ίδιας κατεύθυνσης με την}$$

κατεύθυνση του πρώτου σώματος την οποία θεωρήσαμε ως θετική.

B. Στην πλαστική κρούση η κινητική ενέργεια δε διατηρείται και συγκεκριμένα μειώνεται. Έτσι έχουμε:

$$\Delta K = K_{\alpha\rho\chi} - K_{\tau\epsilon\lambda} \quad \text{ή} \quad \Delta K = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 - \frac{1}{2} (m_1 + m_2) V^2 \quad \text{ή}$$

$$\Delta K = \left(\frac{1}{2} 0,4 \cdot 20^2 + \frac{1}{2} 0,6 \cdot 5^2 - \frac{1}{2} (0,4 + 0,6) 5^2 \right) \text{ J} \quad \text{ή} \quad \Delta K = 75 \text{ J.}$$

Γ. Από το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας βρίσκουμε για το ζητούμενο διάστημα:

$$\frac{1}{2} (m_1 + m_2) V^2 - TS = 0 \quad \text{ή} \quad \frac{1}{2} (m_1 + m_2) V^2 - \mu (m_1 + m_2) g S = 0 \quad \text{ή}$$

$$S = \frac{\frac{1}{2} (m_1 + m_2) V^2}{\mu (m_1 + m_2) g} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 5^2}{0,2 \cdot 10} \text{ m} \quad \text{ή} \quad S = 6,25 \text{ m}$$

3 ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

Νόμοι αερίων

- 3.1 1-γ 2-α
- 3.2 α
- 3.3 1-δ 2-β 3-γ
- 3.4 γ
- 3.5 γ
- 3.6 β, γ
- 3.7 γ
- 3.8 β

Κινητική θεωρία

- 3.9 Μακροσκοπικά, ιδανικό είναι το αέριο που υπακούει στους νόμους των αερίων σε οποιοσδήποτε συνθήκες και αν βρίσκεται, ή το αέριο που υπακούει στην καταστατική εξίσωση σε όλες τις πιέσεις και θερμοκρασίες.
Μικροσκοπικά, ιδανικό είναι το αέριο του οποίου τα μόρια συμπεριφέρονται σαν μικροσκοπικές ελαστικές σφαίρες, δέχονται δυνάμεις μόνο τη στιγμή της κρούσης του με άλλα μόρια ή με τα τοιχώματα του δοχείου και οι κρούσεις τους είναι απολύτως ελαστικές.
- 3.10 α, δ
- 3.11 α