

ΛΥΣΕΙΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ

11 Οκτωβρίου 2026

ΘΕΜΑ Α

A1. Σωστή απάντηση: (β) 9 N

Αιτιολόγηση: Η αρχική δύναμη Coulomb δίνεται από τον νόμο του Coulomb:

$$F_1 = K_c \frac{|q_1 \cdot q_2|}{r_1^2} = 18 \text{ N}$$

Όταν διπλασιάζουμε το ένα φορτίο ($q'_1 = 2q_1$) και τη μεταξύ τους απόσταση ($r_2 = 2r_1$), η νέα δύναμη γίνεται:

$$F_2 = K_c \frac{|(2q_1) \cdot q_2|}{(2r_1)^2} = K_c \frac{2|q_1 q_2|}{4r_1^2} = \frac{1}{2} K_c \frac{|q_1 q_2|}{r_1^2} = \frac{F_1}{2} = \frac{18}{2} = 9 \text{ N}$$

A2. Σωστή απάντηση: (β)

Αιτιολόγηση: Ο χρόνος πτώσης στην οριζόντια βολή εξαρτάται αποκλειστικά από το αρχικό ύψος h σύμφωνα με τη σχέση $h = \frac{1}{2} g t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$.

- Για το σώμα Α ($h_A = h$): $t_A = \sqrt{\frac{2h}{g}}$
- Για το σώμα Β ($h_B = 9h$): $t_B = \sqrt{\frac{2(9h)}{g}} = 3\sqrt{\frac{2h}{g}} = 3t_A$

Άρα το σώμα Β χρειάζεται τριπλάσιο χρόνο από το σώμα Α για να φτάσει στο έδαφος.

A3. Σωστή απάντηση: (α)

Αιτιολόγηση: Από τον ορισμό της έντασης ηλεκτρικού πεδίου $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$, όταν το δοκιμαστικό φορτίο είναι θετικό ($q > 0$), τα διανύσματα της έντασης $\vec{E}$ και της ηλεκτρικής δύναμης $\vec{F}$ έχουν την ίδια κατεύθυνση.

A4. Σωστή απάντηση: (γ) κινηθεί προς το Γ

Αιτιολόγηση: Στο κέντρο O του τετραγώνου ΑΒΓΔ το θετικό φορτίο $+q$:

- Απωθείται από το θετικό φορτίο $Q_A = +Q$ της κορυφής Α με δύναμη $\vec{F}_A$ με κατεύθυνση από το O προς το Γ.
- Έλκεται από το αρνητικό φορτίο $Q_\Gamma = -Q$ της κορυφής Γ με δύναμη $\vec{F}_\Gamma$ με κατεύθυνση από το O προς το Γ.

Επειδή οι δύο δυνάμεις έχουν την ίδια κατεύθυνση (προς το Γ), η συνισταμένη δύναμη έχει κατεύθυνση προς την κορυφή Γ. Συνεπώς το φορτίο $+q$ θα κινηθεί προς το Γ.

A5.

- **α) Σωστό:** Η ταχύτητα στην οριζόντια βολή αναλύεται σε δύο κάθετες συνιστώσες $\vec{v} = \vec{v}_x + \vec{v}_y$.

- **β) Σωστό:** Ο χρόνος πτώσης εξαρτάται μόνο από το αρχικό ύψος H ($t = \sqrt{2H/g}$) και είναι ίδιος για ελεύθερη πτώση και οριζόντια βολή από το ίδιο ύψος.
- **γ) Λάθος:** Το βεληνεκές είναι $S_{max} = v_0 \cdot t = v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}}$, άρα εξαρτάται από το αρχικό ύψος H .
- **δ) Σωστό:** Η κβάντωση του ηλεκτρικού φορτίου εκφράζεται ως $q = N \cdot e$, όπου $N \in \mathbb{N}$.
- **ε) Λάθος:** Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου είναι διανυσματικό μέγεθος.

ΘΕΜΑ Β

B1. Σωστή απάντηση: (γ) $H = \frac{4v_0^2}{g}$

Αιτιολόγηση: Στην οριζόντια βολή, λίγο πριν το έδαφος, η συνολική ταχύτητα είναι:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

Δίνεται ότι $v = 3v_0$ και $v_x = v_0$. Αντικαθιστούμε:

$$(3v_0)^2 = v_0^2 + v_y^2 \Rightarrow 9v_0^2 = v_0^2 + v_y^2 \Rightarrow v_y^2 = 8v_0^2 \Rightarrow v_y = \sqrt{8v_0^2}$$

Για την κατακόρυφη κίνηση (ελεύθερη πτώση από ύψος H):

$$v_y = gt \Rightarrow \sqrt{8v_0^2} = gt \Rightarrow t = \frac{\sqrt{8v_0^2}}{g} \Rightarrow$$

$$H = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}g \left(\frac{\sqrt{8v_0^2}}{g} \right)^2 = \frac{8v_0^2}{2g} \Rightarrow \boxed{H = \frac{4v_0^2}{g}}$$

B2. Σωστή απάντηση: (α) $9\sqrt{2} \cdot 10^7 \text{ N/C}$

Αιτιολόγηση: Τα φορτία $Q_1 = +9 \mu\text{C}$ (στο Α) και $Q_2 = +16 \mu\text{C}$ (στο Β) απέχουν $r = 5 \text{ cm}$. Το σημείο Γ απέχει $r_1 = 3 \text{ cm}$ από το Q_1 . το τρίγωνο ΑΓΒ είναι ορθογώνιο στο Γ:

$$r_2^2 = r^2 - r_1^2 = 5^2 - 3^2 = 16 \Rightarrow r_2 = 4 \text{ cm}.$$

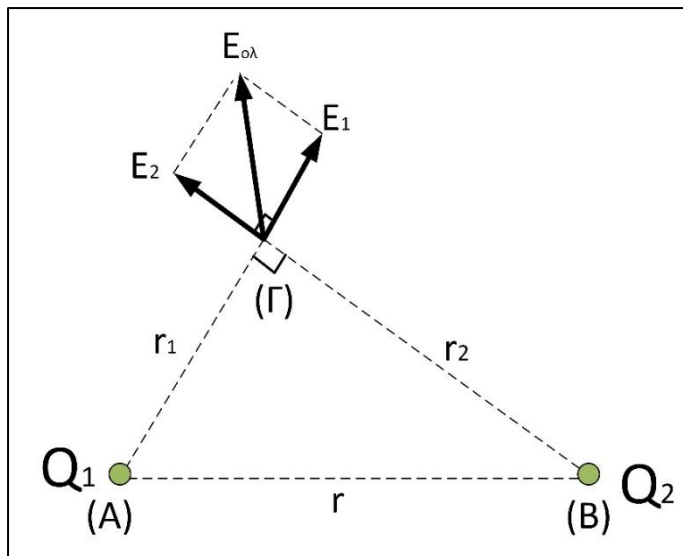
Υπολογίζουμε τα μέτρα των εντάσεων στο σημείο Γ:

$$E_1 = K_c \frac{|Q_1|}{r_1^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{9 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-2})^2}$$

$$= 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{9 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 10^{-4}} = 9 \cdot 10^7 \text{ N/C}$$

$$E_2 = K_c \frac{|Q_2|}{r_2^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{16 \cdot 10^{-6}}{(4 \cdot 10^{-2})^2}$$

$$= 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{16 \cdot 10^{-6}}{16 \cdot 10^{-4}} = 9 \cdot 10^7 \text{ N/C}$$



Επειδή τα διανύσματα $\vec{E}_1$ και $\vec{E}_2$ είναι κάθετα μεταξύ τους ($\vec{E}_1 \perp \vec{E}_2$):

$$E_{ολ} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{(9 \cdot 10^7)^2 + (9 \cdot 10^7)^2} = 9 \cdot 10^7 \sqrt{2} \text{ N/C} \Rightarrow \boxed{E_{ολ} = 9\sqrt{2} \cdot 10^7 \text{ N/C}}$$

B3.

Α) Απόδειξη εξίσωσης τροχιάς: Οι εξισώσεις κίνησης στην οριζόντια βολή είναι:

$$x = v_0 \cdot t \quad (1) \text{ (οριζόντιος άξονας - Ε.Ο.Κ.)}$$

$$y = \frac{1}{2} g t^2 \quad (2) \text{ (κατακόρυφος άξονας - ελεύθερη πτώση)}$$

Λύνοντας την (1) ως προς t : $t = \frac{x}{v_0}$. Αντικαθιστώντας στην (2):

$$y = \frac{1}{2} g \left(\frac{x}{v_0} \right)^2 \Rightarrow y = \frac{g}{2v_0^2} x^2$$

Β) Σωστή απάντηση: (γ) 50 m/s

Αιτιολόγηση: Συγκρίνοντας την εξίσωση τροχιάς $y = \frac{1}{180} x^2$ με τη γενική $y = \frac{g}{2v_0^2} x^2$:

$$\frac{g}{2v_0^2} = \frac{1}{180} \quad g=10 \text{ m/s}^2 \Rightarrow \frac{10}{2v_0^2} = \frac{1}{180} \Rightarrow v_0^2 = 900 \Rightarrow v_0 = 30 \text{ m/s}$$

Δίνεται το βεληνεκές $S_{max} = 120 \text{ m}$. Εφόσον $S_{max} = v_0 \cdot t_{ολ}$:

$$120 = 30 \cdot t_{ολ} \Rightarrow t_{ολ} = 4 \text{ s}$$

Τη στιγμή προσεδάφισης ($t = 4 \text{ s}$), η κατακόρυφη συνιστώσα της ταχύτητας είναι:

$$v_y = g \cdot t_{ολ} = 10 \cdot 4 = 40 \text{ m/s}$$

Το μέτρο της συνολικής ταχύτητας λίγο πριν το έδαφος είναι:

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = \sqrt{900 + 1600} = \sqrt{2500} \Rightarrow \boxed{v = 50 \text{ m/s}}$$

ΘΕΜΑ Γ

Δεδομένα: $Q_1 = +1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$, $Q_2 = -4 \mu\text{C} = -4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, $r = (ΑΓ) = 2 \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$, $K_c = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$.

Γ1) Η ηλεκτρική δύναμη Coulomb μεταξύ των δύο φορτίων είναι ελκτική και έχει μέτρο:

$$F = K_c \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{(2 \cdot 10^{-2})^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-12}}{4 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow \boxed{F = 90 \text{ N}}$$

Γ2) Το μέσο Μ απέχει από τα Α και Γ απόσταση $r_M = \frac{(ΑΓ)}{2} = 1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$.

- Ένταση $\vec{E}_1$ λόγω του $Q_1 > 0$: κατεύθυνση από το Μ προς το Γ (απωστική), μέτρο:

$$E_1 = K_c \frac{|Q_1|}{r_M^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{10^{-6}}{(10^{-2})^2} = 9 \cdot 10^7 \text{ N/C}$$

- Ένταση $\vec{E}_2$ λόγω του $Q_2 < 0$: κατεύθυνση από το Μ προς το Γ (ελκτική), μέτρο:

$$E_2 = K_c \frac{|Q_2|}{r_M^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-6}}{(10^{-2})^2} = 36 \cdot 10^7 \text{ N/C}$$

Επειδή οι δύο εντάσεις έχουν την ίδια φορά (προς το Γ):

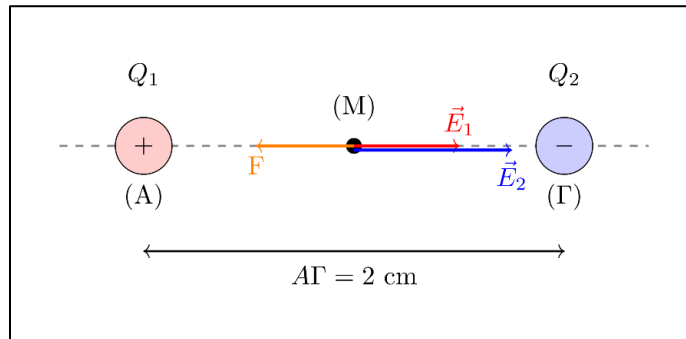
$$E_M = E_1 + E_2 = 9 \cdot 10^7 + 36 \cdot 10^7 = 45 \cdot 10^7 \text{ N/C} \Rightarrow \boxed{E_M = 4,5 \cdot 10^8 \text{ N/C}}$$

με κατεύθυνση από το Α προς το Γ.

Γ3) Για φορτίο $q = -1 \mu\text{C} = -10^{-6} \text{ C}$ στο σημείο Μ, το μέτρο της δύναμης είναι:

$$F = |q| \cdot E_M = 10^{-6} \text{ C} \cdot 4,5 \cdot 10^8 \text{ N/C} \Rightarrow \boxed{F = 450 \text{ N}}$$

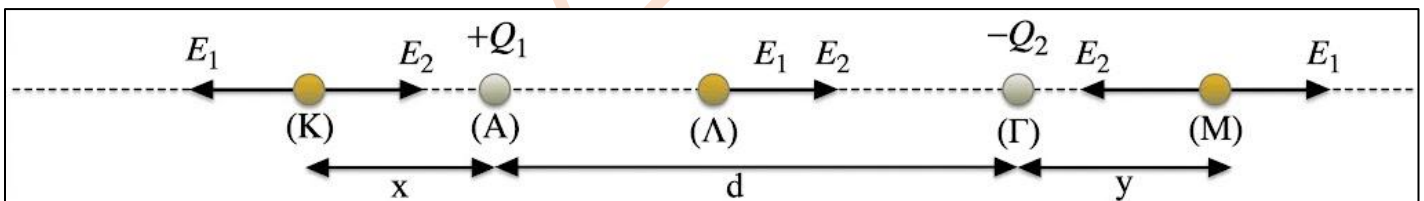
Επειδή $q < 0$, η δύναμη $\vec{F}_M$ έχει αντίθετη κατεύθυνση από την ένταση $\vec{E}_M$, δηλαδή από το Γ προς το Α.



Γ4) Αναζητούμε σημείο Κ στην ευθεία όπου $E_{\text{ολ}} = 0 \Rightarrow E_1 = E_2$. Επειδή τα φορτία είναι ετερόσημα, το σημείο μηδενισμού βρίσκεται εκτός του τμήματος ΑΓ και πλησιέστερα στο φορτίο με το μικρότερο κατά μέτρο φορτίο, δηλαδή προς το μέρος του Q_1 (αριστερά του Α).

Έστω x η απόσταση του σημείου Κ από το Q_1 ($x > 0$).

Τότε η απόσταση από το Q_2 είναι $(x + d) = x + 0,02 \text{ m}$.



- Θέση Λ:

$$\vec{E}_1 \uparrow \vec{E}_2 \text{ άρα } \Sigma E \neq 0$$

- Θέση Μ:

$$E_1 = K_c \frac{|Q_1|}{(d+y)^2} \text{ και } E_2 = K_c \frac{|Q_2|}{y^2}$$

$$Q_1 > Q_2 \text{ και } d + y > d \text{ άρα } E_1 < E_2 \text{ και } \Sigma E \neq 0$$

- Θέση Κ:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow K_c \frac{|Q_1|}{x^2} = K_c \frac{|Q_2|}{(x+d)^2} \Rightarrow \frac{10^{-6}}{x^2} = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{(x+d)^2}$$

$$\frac{1}{x^2} = \frac{4}{(x+d)^2} \xrightarrow{\sqrt{\quad}} \frac{1}{x} = \frac{2}{x+d} \Rightarrow x+d = \pm 2x$$

$$\Rightarrow \boxed{x = d = 2 \text{ cm}} \text{ και } x = -\frac{r}{3}: \text{ Απορρόπτεται}$$

Άρα το σημείο βρίσκεται σε απόσταση $x = 2 \text{ cm}$ αριστερά από το φορτίο Q_1 .

ΘΕΜΑ Δ

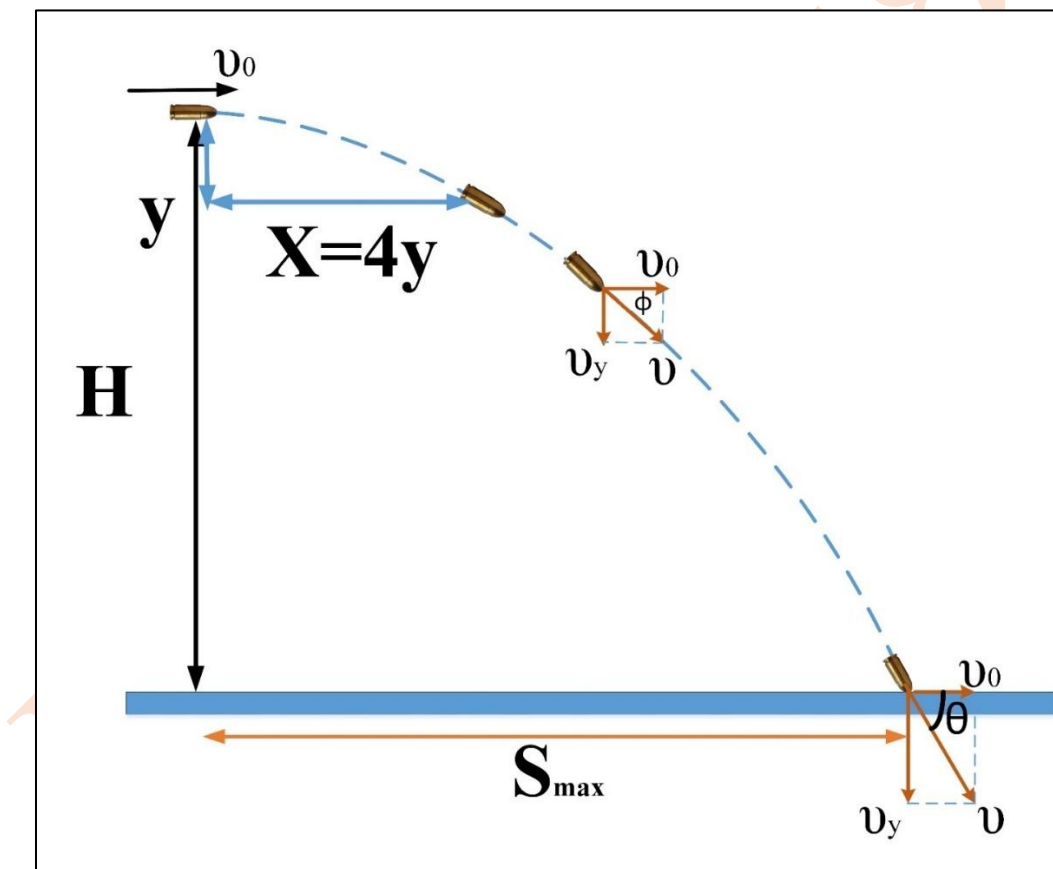
Δεδομένα: $m = 4 \text{ kg}$, $v_0 = 40 \text{ m/s}$, $H = 80 \text{ m}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Δ1) Ο χρόνος πτώσης της βόμβας στο έδαφος υπολογίζεται από την κατακόρυφη μετατόπιση:

$$H = \frac{1}{2} g t_{\text{ολ}}^2 \Rightarrow 80 = 5 t_{\text{ολ}}^2 \Rightarrow t_{\text{ολ}}^2 = 16 \Rightarrow \boxed{t_{\text{ολ}} = 4 \text{ s}}$$

Το οριζόντιο βεληνεκές είναι:

$$S_{\text{max}} = v_0 \cdot t_{\text{ολ}} = 40 \cdot 4 \Rightarrow \boxed{S_{\text{max}} = 160 \text{ m}}$$



Δ2) Τη στιγμή $t_{\text{ολ}} = 4 \text{ s}$:

- $v_x = v_0 = 40 \text{ m/s}$
- $v_y = g \cdot t_{\text{ολ}} = 10 \cdot 4 = 40 \text{ m/s}$

Το μέτρο της ταχύτητας πρόσκρουσης είναι:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{40^2 + 40^2} \Rightarrow \boxed{v = 40\sqrt{2} \text{ m/s}}$$

Κατεύθυνση: $\varepsilon\varphi\theta = \frac{v_y}{v_x} \Rightarrow \boxed{\varepsilon\varphi\theta = 1}$

Δ3) Ισχύει $\varepsilon\phi\phi = \frac{v_y}{v_x} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{v_y}{40} \Rightarrow v_y = 10 \text{ m/s}$. Η συνολική ταχύτητα τη στιγμή αυτή είναι:

$$v'^2 = v_x^2 + v_y^2 = 40^2 + 10^2 = 1600 + 100 = 1700$$

Η κινητική ενέργεια είναι:

$$K = \frac{1}{2} m v'^2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 1700 \Rightarrow \boxed{K = 3400 \text{ J}}$$

Δ4) Δίνεται $x = 4y$. Επειδή $x = v_0 \cdot t$ και $y = \frac{1}{2} g t^2$:

$$v_0 \cdot t = 4 \cdot \left(\frac{1}{2} g t^2 \right) \Rightarrow 40t = 20t^2 \xrightarrow{t \neq 0} t = 2 \text{ s}$$

Η κατακόρυφη μετατόπιση τη στιγμή $t = 2 \text{ s}$ είναι:

$$y = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2^2 = 20 \text{ m}$$

Το ύψος του σώματος από το έδαφος είναι:

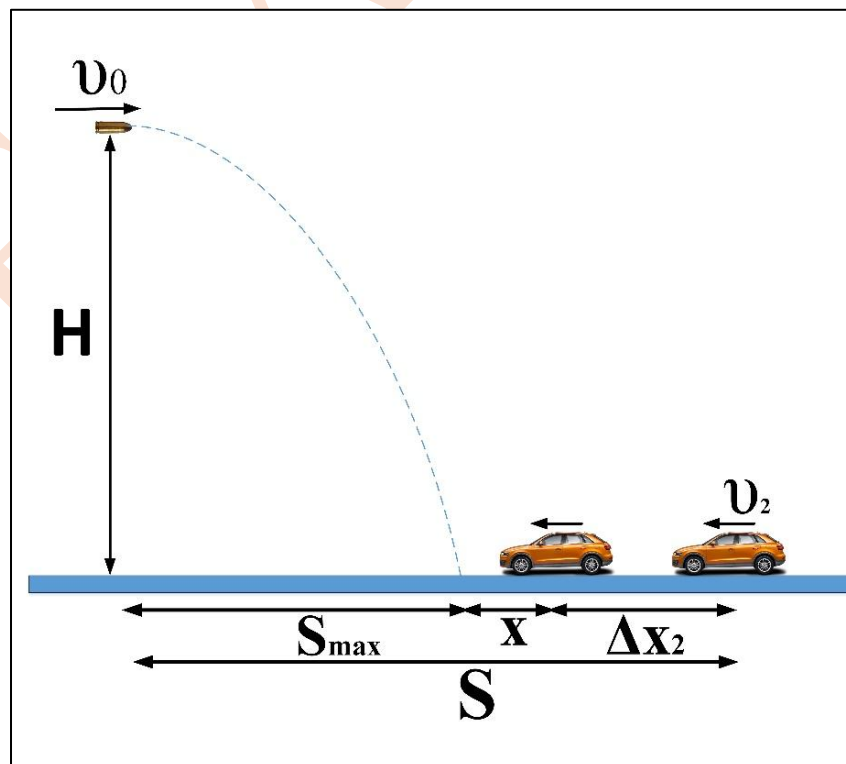
$$h = H - y = 80 - 20 = 60 \text{ m}$$

Η δυναμική ενέργεια είναι:

$$U = m \cdot g \cdot h = 4 \cdot 10 \cdot 60 \Rightarrow \boxed{U = 2400 \text{ J}}$$

Δ5) Η βόμβα φτάνει στο έδαφος σε χρόνο $t_{ολ} = 4 \text{ s}$ έχοντας διανύσει οριζόντια $S_{max} = 160 \text{ m}$. Το όχημα κινείται αντίρροπα με σταθερή ταχύτητα v_2 . Στον ίδιο χρόνο $t_{ολ} = 4 \text{ s}$, διανύει απόσταση $\Delta x = v_2 \cdot t_{ολ} = 4v_2$. Η αρχική απόσταση είναι $S = 205 \text{ m}$ και η βόμβα απέχει $x = 5 \text{ m}$ πριν το σημείο πρόσκρουσης:

$$S_{max} + \Delta x + x = S \Rightarrow 160 + 4v_2 + 5 = 205 \Rightarrow 4v_2 = 40 \Rightarrow \boxed{v_2 = 10 \text{ m/s}}$$



Δ6) Το όχημα κινείται ομόρροπα με $v_2 = 10 \text{ m/s}$ και η αρχική απόσταση είναι $S' = 180 \text{ m}$. Για να χτυπήσει η βόμβα το όχημα, πρέπει τη στιγμή t' της πρόσκρουσης να ισχύει:

$$S_{\text{βόμβας}} = S' + S_{\text{οχήματος}} \Rightarrow v_0 \cdot t' = S' + v_2 \cdot t'$$

$$40t' = 180 + 10t' \Rightarrow 30t' = 180 \Rightarrow t' = 6 \text{ s}$$

Το νέο ύψος εκτόξευσης H' πρέπει να είναι:

$$H' = \frac{1}{2}g(t')^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 6^2 = 5 \cdot 36 H' = 180 \text{ m}$$

