

## ΘΕΜΑ 2

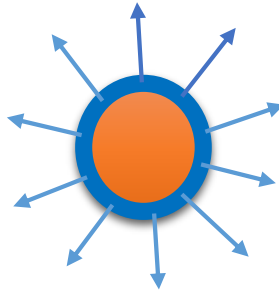
### 2.1.

#### 2.1.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 5

#### 2.1.B.

Τα διάπυρα κομμάτια πρέπει να κατανεμηθούν συμμετρικά στο χώρο για να ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής.



Κατά την διάρκεια της έκρηξης όταν το στέλεχος του πυροτεχνήματος φθάσει στο ανώτερο ύψος, τότε η ταχύτητα του (στιγμιαία) είναι ίση με το μηδέν. Άρα η αρχική ορμή (πριν την έκρηξη) είναι μηδέν. Μετά την έκρηξη προκύπτουν επιμέρους τμήματα του κυρίως στελέχους που εκτινάσσονται με ταχύτητα. Επειδή τα κομμάτια είναι πάρα πολλά και παρόμοιας μάζας, και λόγω της συμμετρίας της έκρηξης στην εκρηκτική ύλη, η κατανομή τους είναι συμμετρική μετά την έκρηξη. Σχηματίζονται έτσι φωτεινές σφαίρες με τα πυρακτωμένα κομμάτια του πυροτεχνήματος.

Συνεπώς, θα έχουν όλα τα κομμάτια περίπου το ίδιο μέτρο ταχύτητας και θα διανύσουν στον ίδιο χρόνο, περίπου ίσες αποστάσεις.

Λόγω της παρόμοιας μάζας και της συμμετρίας της έκρηξης τα κομμάτια εκτινάσσονται προς όλες τις κατευθύνσεις, με την ίδια (περίπου) σε μέτρο ορμή. Άρα αν αθροίσουμε ανά ζεύγος τις ορμές με αντίθετες κατευθύνσεις θα προκύψει συνολική ορμή τους συστήματος μηδέν. Άρα επαληθεύεται η αρχή διατήρησης της ορμής:

$$\vec{P}_{\alpha\rho\chi} = \vec{P}_{\tau\epsilon\lambda} \quad \text{ή} \quad 0 = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + \vec{P}_4 + \dots$$

Προκύπτει έτσι ένα όμορφο θέαμα συμμετρίας σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ορμής, μία από τις σπουδαιότερες αρχές της φυσικής.

Μονάδες 7

### 2.2.

#### 2.2.A. Σωστή απάντηση η (α)

Μονάδες 4

#### 2.2.B.

Κατά την ισοβαρή μεταβολή  $AB$  σύμφωνα με τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο θα έχουμε εάν  $Q_{AB}$  είναι το προσφερόμενο ποσό θερμότητας θα έχουμε κατά  $\Delta U_{AB}$  μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου και  $W$  το παραγόμενο έργο. Σύμφωνα με τον πρώτο θερμοδυναμικό νόμο:

$$Q_{AB} = \Delta U_{AB} + W_{AB} \quad (1)$$

Κατά την ισόχωρη μεταβολή το προσφερόμενο ποσό θερμότητας είναι  $Q_{AG}$  η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας  $\Delta U_{AG}$  και  $W_{AG} = 0$  επειδή ο όγκος του αερίου δεν μεταβάλλεται. Επίσης:

$$\Delta U_{AB} = \Delta U_{AG}$$

Αυτό συμβαίνει γιατί η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας εξαρτάται από την μεταβολή της θερμοκρασίας και όχι από τον τρόπο που πραγματοποιήθηκε η μεταβολή. Επομένως:

$$Q_{AG} = \Delta U_{AG} + W_{AG} \quad \text{ή} \quad Q_{AG} = \Delta U_{AG} + 0 \quad \text{ή} \quad Q_{AG} = \Delta U_{AB} \quad (2)$$

Αν συγκρίνουμε την (1) και (2) βλέπουμε ότι:

$$Q_{AB} > Q_{AG}$$

Ο λόγος αυτής της διαφοράς στη θερμότητα είναι ότι στην ισόχωρη μεταβολή η θερμότητα που πρέπει να απορροφήσει το αέριο είναι ίση με την αύξηση της εσωτερικής του ενέργειας, ενώ στην ισοβαρή μεταβολή του σχήματος απαιτείται επιπλέον ενέργεια για το μηχανικό έργο που αποδόθηκε στο περιβάλλον.

$$Q_{AB} > Q_{AG}$$

**Μονάδες 9**