

ΘΕΡΜΟΧΗΜΕΙΑ

Ερωτήσεις θεωρίας - Τύπου Β

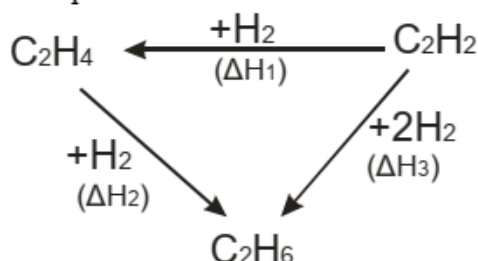
**ΕΡΩΤΗΣΗ 1.** Να εξηγήσετε τις διαφορές στα παρακάτω ζεύγη εννοιών:

α. Ουσία σε πρότυπη κατάσταση - ουσία σε πρότυπες συνθήκες.

β. Χημική θερμοδυναμική - θερμοχημεία

γ. Νόμος Lavoisier - Νόμος Lavoisier-Laplace

**ΕΡΩΤΗΣΗ 2.** Στο παρακάτω θερμοχημικό κύκλο ισχύει  $\Delta H_2 > 0$ . Να αποδείξετε ότι ισχύει επίσης  $\Delta H_3 > \Delta H_1$ .



**ΕΡΩΤΗΣΗ 3.** Για να πραγματοποιηθεί η αντίδραση  $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$

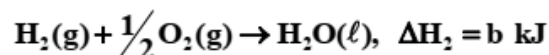
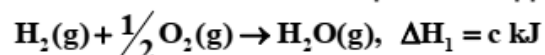
λαμβάνουν χώρα οι διαδικασίες:

- Σπάσιμο δεσμών  $H-H$ .
- Σπάσιμο δεσμών  $Cl-Cl$ .
- Δημιουργία δεσμών  $H-Cl$ .

α. Να γράψετε ποια/-ες διαδικασία/-ες από τις παραπάνω απορροφούν ενέργεια και ποια/-ες ελευθερώνουν ενέργεια.

β. Αν η απορρόφηση ενέργειας είναι μικρότερη από την απελευθέρωση ενέργειας κατά τις παραπάνω διαδικασίες, να εξηγήσετε αν η αντίδραση είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη.

**ΕΡΩΤΗΣΗ 4.** Δίδονται οι παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις:



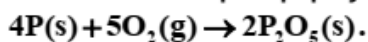
με αναγωγή των μετρήσεων στις ίδιες συνθήκες.

α. Να εξηγήσετε ποια αντίδραση από τις παραπάνω αποδίδει στο περιβάλλον περισσότερη θερμότητα.

β. Να επιλέξετε τη σωστή σχέση μεταξύ  $c$  και  $b$  και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

- i.  $c = b$       ii.  $c > b$       iii.  $c < b$

**ΕΡΩΤΗΣΗ 5.** Ο φωσφόρος καίγεται σύμφωνα με την εξώθερμη αντίδραση:

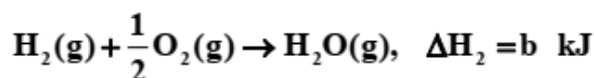
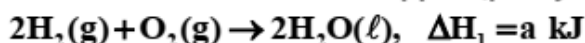


Δύο από τις μορφές που συναντάμε το φωσφόρο είναι ο λευκός φωσφόρος και ο ερυθρός φωσφόρος. Η καύση του λευκού φωσφόρου αποδίδει περισσότερη θερμότητα από ότι η καύση του ερυθρού φωσφόρου. Να εξηγήσετε αν η μετατροπή του λευκού φωσφόρου σε ερυθρό είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη διαδικασία.

**ΕΡΩΤΗΣΗ 6.** Να αντιστοιχίσετε τις ενθαλπίες αντίδρασης των αντιδράσεων της στήλης I με την κατάλληλη τιμή τους της στήλης II και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

| Στήλη I                                                                                                                        | Στήλη II   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\ell), \Delta\text{H}_1 = \dots$     | A. -512 kJ |
| 2. $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}), \Delta\text{H}_2 = \dots$ | B. -464 kJ |
| 3. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\ell), \Delta\text{H}_3 = \dots$              | Γ. -256 kJ |
| 4. $\text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}), \Delta\text{H}_4 = \dots$     | Δ. +232 kJ |
| 5. $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}), \Delta\text{H}_5 = \dots$          | E. +256 kJ |

**ΕΡΩΤΗΣΗ 7.** Δίδονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:



με αναγωγή των μετρήσεων στις ίδιες συνθήκες.

Ποια σχέση από τις παρακάτω ισχύει μεταξύ των *a* και *b* ;

- i.  $a = b$       ii.  $a < 2b$       iii.  $a > 2b$

Να επιλέξετε τη σωστή σχέση και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

**ΕΡΩΤΗΣΗ 8.** Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες και να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας:

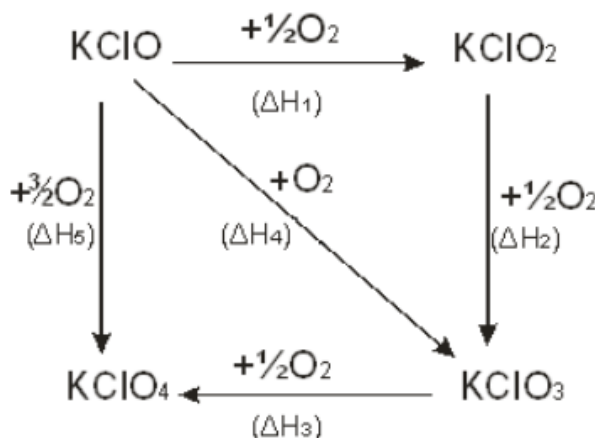
α. Ο νόμος Lavoisier Laplace αναφέρει ότι κατά τις χημικές αντιδράσεις η μάζα διατηρείται σταθερή.

β. Η μεταβολή της ενθαλπίας ορίζεται μόνο για τα χημικά φαινόμενα.

γ. Η αντίδραση :  $4\text{P(s)} + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{P}_2\text{O}_5(\text{s})$  είναι εξώθερμη. Αυτό σημαίνει ότι σε πρότυπη κατάσταση 2 mol  $\text{P}_2\text{O}_5(\text{s})$  έχουν μικρότερο ενεργειακό περιεχόμενο από ότι έχουν μαζί 4 mol  $\text{P(s)}$  και 5 mol  $\text{O}_2(\text{g})$ .

δ. Η ηλεκτρόλυση του νερού με διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από το διάλυμά του, με αποτέλεσμα την αποσύνθεσή του στα συστατικά του στοιχεία, αποτελεί αντικείμενο της θερμοχημείας.

ΕΡΩΤΗΣΗ 9. Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα χημικών μεταβολών:



α. Να προσδιορίσετε και να γράψετε όλους τους θερμοχημικούς κύκλους που εμφανίζονται στο παραπάνω σχήμα.

β. Θεωρώντας ως γνωστές τις  $\Delta H_1$ ,  $\Delta H_2$ ,  $\Delta H_3$  και  $\Delta H_5$  να βρείτε δύο σχέσεις με τις οποίες είναι δυνατόν να προσδιοριστεί η τιμή του  $\Delta H_4$ .

Προβλήματα - Τύπου Δ

1) Ποσότητα  $\text{CH}_4$  ίση με 15 lit μετρημένη σε πίεση 0,82 atm και θερμοκρασία  $27^\circ\text{C}$ , καίγονται πλήρως.

α) Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που εκλύεται κατά την καύση.

β) Το ποσό θερμότητας που εκλύεται χρησιμοποιείται για τη σύνθεση 52 gr  $\text{C}_2\text{H}_2$  από τα στοιχεία του. Να υπολογιστεί η ενθαλπία σχηματισμού του  $\text{C}_2\text{H}_2$ .

Δίνεται ότι η ενθαλπία καύσης του  $\text{CH}_4$  είναι  $-900 \text{ kJ/mol}$ .

(Απ: α) 450 KJ , β)  $\Delta H_f^\circ = 225 \text{ kJ/mol}$  )

2) Σε δοχείο διοχετεύουμε 1,5 mol NO και 0,9 mol  $\text{O}_2$ , τα οποία αντιδρούν σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:  $2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{NO}_{2(g)}$   $\Delta H = -110 \text{ kJ}$

Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που εκλύεται κατά την αντίδραση.

(Απ: 82,5 KJ )

3) Σε κλειστό δοχείο διοχετεύονται 112 lit  $\text{H}_2$  σε STP και 70 gr  $\text{N}_2$  τα οποία αντιδρούν σε κατάλληλες συνθήκες και σχηματίζουν  $\text{NH}_3$ . Να υπολογιστεί το ποσό της θερμότητας που εκλύεται.

Δίνεται ότι η ενθαλπία σχηματισμού της  $\text{NH}_3$  είναι  $-45 \text{ kJ/mol}$ .

(Απ: 150 KJ )

4) Σε 500 ml  $\text{HNO}_3$  0,8 M προστίθενται 14 gr KOH. Να υπολογιστούν:

α) η ποσότητα του άλατος που σχηματίζεται,

β) το ποσό της θερμότητας που ελευθερώνεται.

Δίνεται ότι η ενθαλπία εξουδετέρωσης του  $\text{HNO}_3$  με KOH είναι  $-54 \text{ kJ/mol}$ .

(Απ: α) 0,25 mol άλατος, β) 13,5 KJ )

5) Αέριο μίγμα που αποτελείται από CO και H<sub>2</sub> έχει όγκο 6,72 lit μετρημένο σε STP. Κατά την πλήρη καύση του μίγματος ελευθερώνεται ποσό θερμότητας ίσο με 85KJ . Να υπολογιστεί η % V/V σύσταση του αρχικού μίγματος.

Δίνονται οι ενθαλπίες καύσης του CO και του H<sub>2</sub>: -280 KJ/mol και -285 KJ/mol αντίστοιχα.

(Απ: 33,3 % CO , 66,7 % H<sub>2</sub> )

6) Ένα μίγμα αποτελείται από NaOH και KOH , έχει μάζα 15,2 gr . Το μίγμα εξουδετερώνεται πλήρως με διάλυμα HCl 0,5 M , οπότε ελευθερώνεται ποσό θερμότητας ίσο με 16,8 KJ . Να υπολογιστούν:

α) η σύσταση του αρχικού μίγματος,

β) ο όγκος του διαλύματος HCl που καταναλώθηκε.

Δίνεται ότι η ενθαλπία εξουδετέρωσης του HCl είναι -56 KJ/mol.

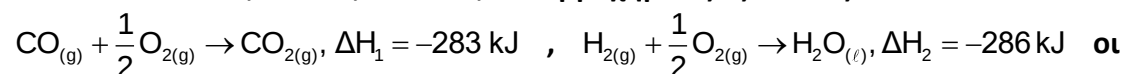
(Απ:α) 4 gr NaOH, 11,2 gr KOH, β) 600 ml HCl )

7) Κατά την τέλεια καύση 8,96 L αερίου μίγματος CO και H<sub>2</sub>, μετρημένα σε STP, ελευθερώθηκε θερμότητα ίση με 113,5 kJ. Να υπολογιστούν:

α) η κατά βάρος σύσταση του μίγματος,

β) ο όγκος του O<sub>2</sub>, μετρημένος σε STP, που καταναλώθηκε κατά την καύση.

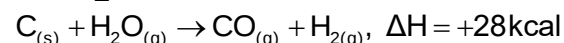
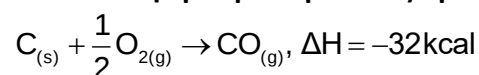
Δίνονται: Ar<sub>C</sub> = 12, Ar<sub>H</sub> = 1, Ar<sub>O</sub> = 16, οι θερμοχημικές εξισώσεις:



οποίες αναφέρονται στις ίδιες συνθήκες στις οποίες μετρήθηκε και το παραπάνω ποσό θερμότητας.

(0,3-0,1 mol-4,48L)

8) Όταν διαβιβάσουμε μείγμα υδρατμών και O<sub>2</sub> σε σωλήνα που περιέχει C σε κατάσταση ερυθροπυρώσεως πραγματοποιούνται οι αντιδράσεις:



α) Ποια πρέπει να είναι η αναλογία mol υδρατμών και O<sub>2</sub> σε ένα μείγμα τους, ώστε αν αυτό διαβιβαστεί σε σωλήνα που περιέχει περίσσεια ερυθροπυρωμένου C, να μην παρατηρηθεί θερμική μεταβολή;

β) Σε σωλήνα που περιέχει περίσσεια C σε κατάσταση ερυθροπυρώσεως διαβιβάζουμε ισομοριακό μείγμα υδρατμών και O<sub>2</sub> όγκου 112 L, μετρημένα σε STP.

i) Ποιο θα είναι το θερμικό αποτέλεσμα της αντίδρασης;

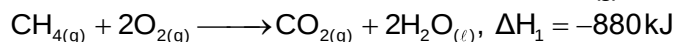
ii) Ποιος είναι ο όγκος του αερίου μείγματος σε STP, που εξέρχεται από το σωλήνα;

(7/16—90Kcal)

9) Να υπολογιστεί η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του βουτανίου ( $C_4H_{10}$ ). Δίνονται οι ενθαλπίες καύσης:  $C_4H_{10} = -2880 \text{ kJ/mol}$ ,  $C = -394 \text{ kJ/mol}$ ,  $H_2 = -286 \text{ kJ/mol}$ .

(Απ:  $\Delta H_f = -126 \text{ kJ/mol}$ )

10) Η θερμοχημική εξίσωση καύσης του  $CH_{4(g)}$  σε δεδομένες συνθήκες είναι:



α) Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που ελευθερώνεται κατά την πλήρη καύση 8 g  $CH_{4(g)}$ .

Στις ίδιες συνθήκες για τη μετατροπή 18 g  $H_2O_{(l)}$  σε  $H_2O_{(g)}$  απαιτείται θερμότητα 40 kJ.

β) Να υπολογίσετε την ενθαλπία της αντίδρασης:



στις ίδιες συνθήκες.

Δίνονται:  $Ar_C = 12$ ,  $Ar_H = 1$ ,  $Ar_O = 16$ .

(440 kJ—800 kJ)

11) 4,48 lit προπανίου ( $C_3H_8$ ) μετρημένα σε πρότυπες συνθήκες, καίγονται πλήρως. Να υπολογιστούν:

α) η μάζα των υδρατμών που παράγονται,

β) η ενθαλπία της αντίδρασης καύσης,

γ) το ποσό θερμότητας που ελευθερώνεται.

Δίνονται οι ενθαλπίες σχηματισμού του  $CO_{2(g)}$ :  $-393 \text{ kJ/mol}$  του  $H_2O_{(g)}$ :  $-286 \text{ kJ/mol}$  και του  $C_3H_8$ :  $-103 \text{ kJ/mol}$ .

(Απ: 14,4 gr  $H_2O$ ,  $\Delta H_c = -2220 \text{ kJ/mol}$ , 444 kJ)

12) Αέριο μίγμα που περιέχει 0,6 gr  $H_2$  και 6,4 gr  $O_2$  αναφλέγεται και σχηματίζει νερό σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



Να υπολογιστούν:

α) η ενθαλπία σχηματισμού του  $H_2O_{(l)}$

β) το ποσό θερμότητας που ελευθερώνεται κατά την αντίδραση και η μάζα του νερού που παράχθηκε.

Δίνονται: η ενθαλπία σχηματισμού του  $H_2O_{(g)}$ :  $-242 \text{ kJ/mol}$  και η ενθαλπία εξάτμισης του  $H_2O_{(l)}$ :  $44 \text{ kJ/mol}$ .

(Απ:  $\Delta H_f = -286 \text{ kJ/mol}$ ,  $Q = 85,8 \text{ kJ}$ , 5,4 gr  $H_2O$ )

13) Αέριο μίγμα  $H_2$  και  $Cl_2$  έχει όγκο 33,6 lit μετρημένο σε πρότυπες συνθήκες. Το γραμμομοριακό κλάσμα του  $H_2$  στο μίγμα είναι 0,6.

α) Ποια είναι η σύσταση του μίγματος;

β) Σε κατάλληλες συνθήκες το μίγμα αντιδρά, οπότε σχηματίζεται  $HCl$ . Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που ελευθερώνεται κατά την αντίδραση.

γ) Η ποσότητα του  $HCl$  που σχηματίζεται εξουδετερώνεται με περίσσεια  $NaOH$  και ταυτόχρονα ελευθερώνεται 67,2 kJ. Ποια είναι η ενθαλπία εξουδετέρωσης του  $HCl$  με  $NaOH$ ;

Δίνεται η ενθαλπία σχηματισμού του  $HCl$ :  $-92 \text{ kJ/mol}$ .

(Απ: Q=110,4 KJ, ΔH=-56 KJ/mol, )

14) Ισομοριακό μίγμα CH<sub>4</sub> και C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> έχει όγκο 4,92 lit , μετρημένο σε θερμοκρασία 27°C και πίεση 2 atm. Το ποσό θερμότητας που εκλύεται από την καύση του μίγματος χρησιμοποιείται για τη διάσπαση 2 mol του σώματος Α σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:  $A \rightarrow B + \Gamma$  , ΔH=245 KJ .

Να υπολογιστούν:

α) η γραμμομοριακή σύσταση του μίγματος ,

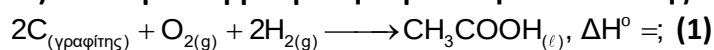
β) το ποσό θερμότητας που εκλύεται κατά την καύση του μίγματος ,

γ) η ενθαλπία καύσης του C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>.

Δίνεται η ενθαλπία καύσης του CH<sub>4</sub>: -890 KJ/mol.

(Απ: α) 0,2 mol , β) Q=490 KJ, ΔH=-1560 KJ/mol )

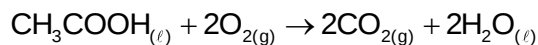
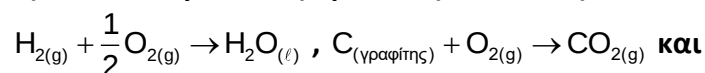
15) Θέλουμε να βρούμε την πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης:



Η απευθείας μέτρηση του ποσού θερμότητας είναι δύσκολη γι' αυτό εκτελούμε τα παρακάτω πειράματα:

- Κατά την καύση 4,48 L H<sub>2</sub>, μετρημένα σε STP ελευθερώνονται 57 kJ.
- Κατά την καύση 24 g C<sub>(γραφίτη)</sub> ελευθερώνονται 690 kJ.
- Κατά την καύση 0,2 mol CH<sub>3</sub>COOH<sub>(l)</sub> ελευθερώνονται 136 kJ.

α) Να υπολογίσετε τις πρότυπες ενθαλπίες των αντιδράσεων:

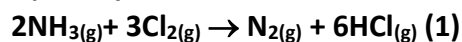


β) Να υπολογίστε την πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης (1).

Δίνονται: Ar<sub>C</sub> = 12 και ότι όλα τα παραπάνω ποσά θερμότητας έχουν μετρηθεί στις πρότυπες συνθήκες.

(-285Kj,-395Kj,-680Kj)

16) Η αντίδραση της αμμωνίας με το χλώριο περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



α) Να υπολογίσετε την ενθαλπία της αντίδρασης (1).

β) Ισομοριακό μίγμα NH<sub>3</sub> και Cl<sub>2</sub> αντιδρά σύμφωνα με την (1). Να υπολογίσετε τη μάζα του μίγματος αν κατά την αντίδραση ελευθερώνεται θερμότητα 45 kJ.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: Ar<sub>N</sub> = 14, Ar<sub>H</sub> = 1, Ar<sub>Cl</sub> = 35,5 και οι θερμοχημικές εξισώσεις:

- $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{(g)}, \Delta H_1 = -180 \text{ kJ} (2)$
- $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}, \Delta H_2 = -90 \text{ kJ} (3)$

Τα ποσά θερμότητας και οι ενθαλπίες των αντιδράσεων αναφέρονται στις ίδιες συνθήκες.

(-450Kj, 26,4gr)

17) Το καύσιμο σ' ένα γκαζάκι υγραερίου είναι μίγμα προπανίου ( $C_3H_8$ ) και βουτανίου ( $C_4H_{10}$ ).

Το μίγμα αυτό έχει όγκο 56 L, μετρημένα σε STP, και περιέχει 80% v/v προπάνιο και 20% v/v βουτάνιο.

Το μίγμα καίγεται πλήρως και το ποσό θερμότητας που εκλύεται χρησιμοποιείται, για τη διάσπαση ποσότητας  $CaCO_3$  σε  $CaO$  και  $CO_2$ . Κατά τη διαδικασία αυτή υπάρχουν 20% απώλειες θερμότητας.

α) Να υπολογίσετε τη μάζα του μίγματος του προπανίου και του βουτανίου.

β) Να υπολογίσετε πόση μάζα  $CaCO_3$  διασπάστηκε κατά την πλήρη καύση του μίγματος.

γ) Το προπάνιο και το βουτάνιο είναι άοσμα αέρια. Στο γκαζάκι προστίθεται εκτός από τα καύσιμα και μικρή ποσότητα της ένωσης  $CH_3CH_2SH$  (αιθανοθειόλη ή αιθυλομερκαπτάνη) η οποία έχει χαρακτηριστική οσμή οπότε μπορεί να γίνει αντιληπτή η διαρροή του αερίου μίγματος από το γκαζάκι προς αποφυγή ατυχήματος.

Δίνεται ο παρακάτω πίνακας

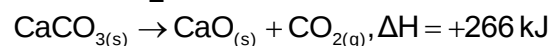
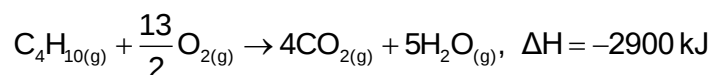
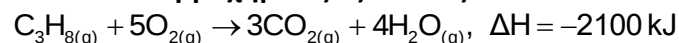
| Ένωση        | Mr | Σημείο βρασμού ( $^{\circ}C$ ) |
|--------------|----|--------------------------------|
| $C_3H_8$     | 44 | -42                            |
| $C_4H_{10}$  | 56 | -2                             |
| $CH_3CH_2SH$ | 62 | 35                             |

Να εξηγήσετε τις διαφορές των σημείων βρασμού στις παραπάνω ενώσεις.

Δίνονται:

- $Ar_C = 12$ ,  $Ar_H = 1$ ,  $Ar_O = 16$ ,  $Ar_{Ca} = 40$ .

- Οι θερμοχημικές εξισώσεις:



- Το ποσό θερμότητας και οι παραπάνω θερμοχημικές εξισώσεις αναφέρονται στις ίδιες συνθήκες.

- Οι όγκοι των αερίων είναι μετρημένοι στην ίδια πίεση και θερμοκρασία.

(117gr, 2Kgr,.....)