

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

### ΘΕΡΜΟΧΗΜΕΙΑ

#### 2.1 Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής

Στις ερωτήσεις 1- 28 βάλτε σε ένα κύκλο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Η καύση ορισμένων παραγώγων του πετρελαίου γίνεται με σκοπό:
  - α. την εκμετάλλευση της παραγόμενης θερμότητας για τη θέρμανση διαφόρων χώρων
  - β. την παραγωγή μηχανικής ενέργειας
  - γ. την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
  - δ. για όλους τους παραπάνω λόγους.
  
2. Το ποσό θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται κατά την πραγματοποίηση μιας χημικής αντίδρασης εξαρτάται:
  - α. μόνο από τη φυσική κατάσταση των αντιδρώντων και προϊόντων
  - β. μόνο από την ποσότητα των αντιδρώντων
  - γ. μόνο από τις συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης
  - δ. απ' όλους τους παραπάνω παράγοντες.
  
3. Ποια από τις παρακάτω εκφράσεις οι οποίες αναφέρονται στην πραγματοποίηση μιας χημικής αντίδρασης δεν είναι σωστή;
  - α. η ενθαλπία του συστήματος μεταβλήθηκε κατά  $-120 \text{ kJ}$
  - β. η ενθαλπία του συστήματος μεταβλήθηκε από την αρχική τιμή των  $1420 \text{ kJ}$  στην τελική τιμή των  $1300 \text{ kJ}$
  - γ. η ενθαλπία του συστήματος μειώθηκε
  - δ. η ενθαλπία των αντιδρώντων ήταν μεγαλύτερη από την ενθαλπία των προϊόντων.
  
4. Η ενέργεια που ανταλλάσσεται με το περιβάλλον κατά την πραγματοποίηση μιας χημικής αντίδρασης υπό σταθερή πίεση, ονομάζεται:

- α. ενθαλπία  
β. χημική ενέργεια
- γ. μεταβολή εσωτερικής ενέργειας  
δ. μεταβολή ενθαλπίας.

5. Από τη θερμοχημική εξίσωση  $C + O_2 \rightarrow CO_2$ ,  $\Delta H = -94 \text{ kcal}$ , προκύπτει ότι:
- α. κατά την καύση οποιασδήποτε ποσότητας C εκλύονται 94 kcal  
β. η θερμότητα που απορροφάται από το περιβάλλον κατά το σχηματισμό 1 mol  $CO_2$  είναι 94 kcal  
γ. κατά την καύση 1 mol C ελευθερώνονται στο περιβάλλον 94 kcal  
δ. μάζα C + μάζα  $O_2$  = μάζα  $CO_2$  - 94 kcal.

6. Για κάθε εξώθερμη αντίδραση η οποία πραγματοποιείται υπό σταθερή πίεση ισχύει:
- α.  $H_{\text{προϊόντων}} < 0$   
β.  $\Delta H > 0$
- γ.  $H_{\text{προϊόντων}} < H_{\text{αντιδρώντων}}$   
δ.  $H_{\text{αντιδρώντων}} = - H_{\text{προϊόντων}}$ .

7. Ο όρος «πρότυπη ενθαλπία αντίδρασης» χρησιμοποιείται για να εκφράσει τη μεταβολή της ενθαλπίας όταν:
- α. η αντίδραση πραγματοποιείται σε ιδανικές συνθήκες  
β. κατά τη διάρκεια της αντίδρασης η θερμοκρασία δε μεταβάλλεται  
γ. ο υπολογισμός της αναφέρεται σε πίεση 1 atm και στους 298K  
δ. ο υπολογισμός της αναφέρεται σε πίεση 1 atm και στους 0 °C.

8. Η πρότυπη ενθαλπία  $\Delta H^0$  της αντίδρασης  $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$  εξαρτάται:
- α. από τη φυσική κατάσταση του παραγόμενου  $H_2O$   
β. από τις μάζες των αντιδρώντων και τη φυσική κατάσταση των προϊόντων  
γ. από τις μάζες και τη φύση των σωμάτων που αντιδρούν  
δ. από τις συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης του συστήματος  
δ. είναι σταθερή και δεν εξαρτάται από κανέναν από τους παραπάνω παράγοντες.

9. Από τη θερμοχημική εξίσωση  $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ ,  $\Delta H^0 = -286 \text{ kJ}$  προκύπτει ότι:
- α. κατά την καύση οποιασδήποτε ποσότητας  $H_2$  ελευθερώνονται 286 kJ  
β. κατά τον σχηματισμό 1 mol υγρού νερού απορροφώνται 286 kJ

- γ. κατά την καύση 1 mol H<sub>2</sub> προς υδρατμούς ελευθερώνονται 286 kJ  
δ. η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του υγρού νερού είναι -286 kJ/mol.

10. Από τη μελέτη της χημικής εξίσωσης  $\text{KCl}_{(s)} \rightarrow \text{K}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$ ,  
 $\Delta H = +17,2 \text{ kcal}$ , συμπεραίνεται ότι:
- η διάσπαση του KCl στα συστατικά του στοιχεία είναι αντίδραση ενδόθερμη
  - κατά τη διάλυση KCl σε νερό μειώνεται η θερμοκρασία του συστήματος
  - η οξείδωση του K από το Cl είναι αντίδραση εξώθερμη
  - $H_{\text{προϊόντων}} < H_{\text{αντιδρώντων}}$ .

11. Από τη χημική εξίσωση  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ ,  $\Delta H^0 = -22 \text{ kcal}$ , προκύπτει ότι η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού της NH<sub>3</sub> είναι:
- 22 kcal/mol
  - 44 kcal/mol
  - 11 kcal/mol
  - 22 kcal.

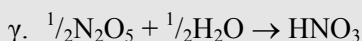
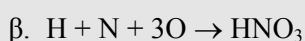
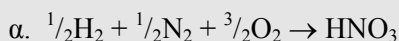
12. Οι αντιδράσεις καύσης είναι:
- ενδόθερμες
  - εξώθερμες
  - ενδόθερμες ή εξώθερμες ανάλογα με το σώμα που καίγεται
  - ενδόθερμες ή εξώθερμες ανάλογα με τις συνθήκες της αντίδρασης.

13. Η τιμή της πρότυπης ενθαλπίας σχηματισμού του O<sub>2</sub>:
- είναι ίση με μηδέν
  - είναι θετική
  - είναι αρνητική
  - εξαρτάται από τις συνθήκες στις οποίες αναφέρεται.

14. Αν για τη χημική εξίσωση  $3\text{O}_2_{(g)} \rightarrow 2\text{O}_3_{(g)}$ , δίνεται ότι  $\Delta H > 0$ , τότε συμπεραίνεται ότι:
- το όζον (O<sub>3</sub>) είναι η σταθερότερη μορφή του οξυγόνου
  - η αρχική κατάσταση του συστήματος είναι σταθερότερη από την τελική
  - δε μπορεί να υπάρχει στη φύση τριατομικό οξυγόνο

δ. το όζον περιέχει ενέργεια.

15. Η ενθαλπία σχηματισμού του  $\text{HNO}_3$  αναφέρεται στη χημική μετατροπή που συμβολίζεται από τη χημική εξίσωση:



δ. σε οποιαδήποτε από τις παραπάνω χημικές εξισώσεις.

16. Η πρότυπη ενθαλπία εξουδετέρωσης εκφράζει τη θερμότητα που εκλύεται κατά την εξουδετέρωση σε καθορισμένες συνθήκες:

α. ενός mol οξέος από ένα mol βάσης

β. ενός mol ιόντων  $\text{H}^+$  από ένα mol ιόντων  $\text{OH}^-$

γ. ενός ιόντος  $\text{H}^+$  από ένα ιόν  $\text{OH}^-$

δ. οξέος από βάση προς σχηματισμό ενός mol άλατος.

17. Η ενθαλπία διάσπασης χημικού δεσμού είναι:

α. πάντα θετική

γ. άλλοτε θετική και άλλοτε αρνητική

β. πάντα αρνητική

δ. μηδέν για όλους τους χημικούς δεσμούς.

18. Ο σχηματισμός χημικών δεσμών είναι διαδικασία:

α. εξώθερμη ( $\Delta H < 0$ )

β. ενδόθερμη ( $\Delta H > 0$ )

γ. θερμοουδέτερη ( $\Delta H = 0$ )

δ. ενδόθερμη, εξώθερμη ή θερμοουδέτερη, ανάλογα με το είδος του δεσμού.

19. Η ενθαλπία διάσπασης του δεσμού H-H:

α. αναφέρεται στη μετατροπή  $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}$  και είναι θετική

β. αναφέρεται στη μετατροπή  $2\text{H} \rightarrow \text{H}_2$  και είναι αρνητική

γ. μπορεί να αναφέρεται σε οποιαδήποτε από τις δύο παραπάνω μετατροπές, αρκεί αυτό να δηλώνεται

δ. αναφέρεται στη μετατροπή  $H_2 \rightarrow 2H$ , αλλά η τιμή της εξαρτάται από τους νέους δεσμούς που σχηματίζουν τα άτομα του H.

20. Η ισοδυναμία  $A^+ + B^- \rightarrow \Gamma$ ,  $\Delta H_1 = \alpha \text{ kcal} \Leftrightarrow \Gamma \rightarrow A^+ + B^-$ ,  $\Delta H_2 = -\alpha \text{ kcal}$ , αποτελεί μία έκφραση:

- α. της αρχής διατήρησης του φορτίου
- β. του νόμου του Hess
- γ. του νόμου Lavoisier - Laplace
- δ. του νόμου διατήρησης της ύλης.

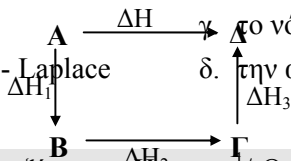
21. Γνωρίζοντας ότι οι ενθαλπίες των δεσμών C-C και C=C είναι αντίστοιχα +347kJ/mol και +612kJ/mol συμπεραίνουμε ότι:

- α. ο δεσμός C-C είναι ισχυρότερος του δεσμού C=C
- β. ο δεσμός C-C είναι ασθενέστερος του δεσμού C=C
- γ. η αντίδραση  $CH_2=CH_2 + H_2 \rightarrow CH_3-CH_3$  είναι ενδόθερμη
- δ. δεν είναι δυνατό να προκύψει κανένα από τα παραπάνω συμπεράσματα.

22. Ο θερμοχημικός κύκλος:

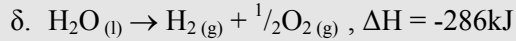
σε συνδυασμό με τη σχέση  $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$ , εκφράζουν:

- α. το νόμο του Hess
- β. το νόμο Lavoisier - Laplace
- γ. το νόμο διατήρησης της μάζας
- δ. την αρχή της ελάχιστης ενέργειας.



23. Από τη θερμοχημική εξίσωση  $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ ,  $\Delta H = -286\text{kJ}$ , προκύπτει η θερμοχημική εξίσωση:

- α.  $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ ,  $\Delta H = -286\text{kJ}$
- β.  $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$ ,  $\Delta H = -242\text{kJ}$
- γ.  $2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$ ,  $\Delta H = +572\text{kJ}$



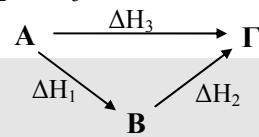
24. Μεταξύ των μεταβολών ενθαλπίας  $\Delta H_1$ ,  $\Delta H_2$  και  $\Delta H_3$  που είναι σημειωμένες στο διπλανό θερμοχημικό κύκλο ισχύει η σχέση:

α.  $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$

γ.  $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = 0$

β.  $\Delta H_1 + \Delta H_3 = \Delta H_2$

δ.  $\Delta H_1 + \Delta H_2 - \Delta H_3 = 0$



25.

i) Στο παραπάνω διάγραμμα αποδίδονται:

- α. τρεις θερμοχημικοί κύκλοι
- β. ένας θερμοχημικός κύκλος
- γ. τέσσερις θερμοχημικοί κύκλοι
- δ. πέντε χημικά φαινόμενα.

ii) Από τις παρακάτω σχέσεις (I) έως (IV) μεταξύ των μεταβολών ενθαλπίας που αναφέρονται στα φαινόμενα του διαγράμματος:

$\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 = 0$  (I)

$\Delta H_1 + \Delta H_5 - \Delta H_4 = 0$  (III)

$\Delta H_1 - \Delta H_4 - \Delta H_5 = 0$  (II)

$\Delta H_5 - \Delta H_2 - \Delta H_3 = 0$  (IV)

ισχύουν μόνο οι:

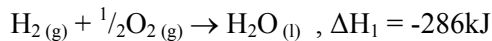
α. (I), (III) και (IV)

γ. (III) και (IV)

β. (I)

δ. (I), (II) και (IV).

26. Από τις θερμοχημικές εξισώσεις:



προκύπτει ότι η θερμότητα εξαέρωσης του νερού είναι:

α.  $-44\text{kJ/mol}$

γ.  $-528\text{kJ/mol}$

β.  $+44\text{kJ/mol}$

δ.  $+528\text{kJ/mol}$ .

27. Η θερμοχωρητικότητα μιας ποσότητας υγρού νερού

i) εξαρτάται:

- α. μόνο από τη μάζα του
- β. από τη μάζα και τη θερμοκρασία του
- γ. από τον όγκο και τη θερμοκρασία του
- δ. από τη μάζα και τη φυσική του κατάσταση

ii) εκφράζει:

- α. τη θερμότητα που ανυψώνει τη θερμοκρασία 1g H<sub>2</sub>O κατά 1 °C
- β. τη θερμότητα που ανυψώνει κατά 1 °C ολόκληρη την ποσότητα αυτού του νερού
- γ. τη μέγιστη θερμότητα που μπορεί να απορροφήσει αυτό το νερό, χωρίς να εξατμισθεί
- δ. τη θερμότητα που απαιτείται για την πλήρη εξάτμισή του.

28. Μια χημική ουσία μάζας m και θερμοκρασίας θ<sub>1</sub> απορροφά θερμότητα Q με αποτέλεσμα να αποκτά θερμοκρασία θ<sub>2</sub>. Η ειδική θερμοχωρητικότητα c της ουσίας αυτής δίνεται από τη σχέση:

α.  $c = \frac{Q}{m(\theta_1 - \theta_2)}$

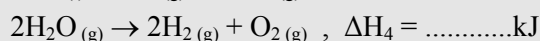
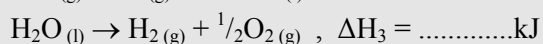
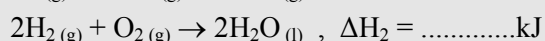
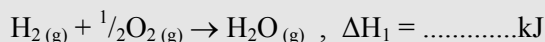
γ.  $c = Q \cdot m \cdot \Delta\theta$

β.  $c = \frac{Q}{m(\theta_2 - \theta_1)}$

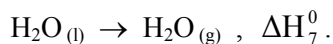
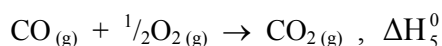
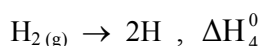
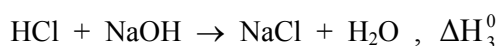
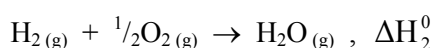
δ.  $c = \frac{m \cdot \Delta\theta}{Q}$

## 2.2 Ερωτήσεις αντιστοίχισης

1. Συμπληρώστε στο κάθε διάστικτο των παρακάτω χημικών εξισώσεων έναν από τους αριθμούς -240, -570, +285, +240, -285, +480.



2. Δίνονται οι παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις:



Αντιστοιχήστε την πρότυπη ενθαλπία για κάθε μία από τις παραπάνω θερμοχημικές εξισώσεις της στήλης (I) με όλους τους δυνατούς χαρακτηρισμούς που περιέχονται στη στήλη (II).

(I)	(II)
Πρότυπη ενθαλπία αντίδρασης	Χαρακτηρισμός
A. $\Delta H_1^0$	
B. $\Delta H_2^0$	α. ενθαλπία σχηματισμού
Γ. $\Delta H_3^0$	β. ενθαλπία εξαέρωσης
Δ. $\Delta H_4^0$	γ. ενθαλπία καύσης
E. $\Delta H_5^0$	δ. ενθαλπία δεσμού
Z. $\Delta H_6^0$	ε. ενθαλπία διάλυσης
H. $\Delta H_7^0$	ζ. ενθαλπία εξουδετέρωσης



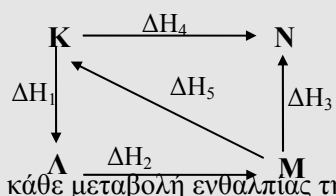
3. Κάντε όλες τις δυνατές αντιστοιχίσεις μεταξύ των στοιχείων των στηλών (I), (II) και (III), (III).

(I)	(II)	(III)
περιγραφή φαινομένου	μεταβολή ενθαλπίας	χαρακτηρισμός φαινομένου
A. καύση μεθανίου		
B. $H_{2(g)} \rightarrow 2H_{(g)}$	α. θετική	1. εξώθερμο
Γ. εξουδετέρωση	β. αρνητική	2. ενδόθερμο
Δ. τήξη πάγου.		

4. Αντιστοιχίστε την κάθε χημική ουσία της στήλης (I) με μία από τις τιμές θερμοχωρητικότητας της στήλης (II).

(I)	(II)
A. 2g $H_2O_{(l)}$	α. $1 \text{ cal}\cdot\text{K}^{-1}$
B. 1g πάγου	β. $2,5 \text{ cal}\cdot\text{K}^{-1}$
Γ. 3g σιδήρου	γ. $0,5 \text{ cal}\cdot\text{K}^{-1}$
Δ. 1g σιδήρου	δ. $0,11 \text{ cal}\cdot\text{K}^{-1}$
E. 1g $H_2O_{(l)}$	ε. $0,33 \text{ cal}\cdot\text{K}^{-1}$
Z. 5g πάγου	ζ. $2 \text{ cal}\cdot\text{K}^{-1}$ .

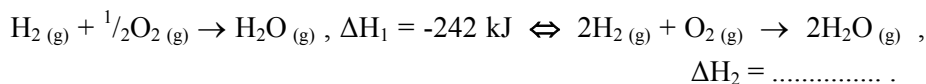
5. Για τις μεταβολές ενθαλπίας που σημειώνονται στους θερμοχημικούς κύκλους του διπλανού σχήματος και περιλαμβάνονται στη στήλη (I) βρέθηκαν οι τιμές που περιλαμβάνονται στη στήλη (II). Αντιστοιχίστε κάθε μεταβολή ενθαλπίας της στήλης (I) με μία από τις τιμές της στήλης (II).



(I)	(II)
A. $\Delta H_1$	α. 600 kJ
B. $\Delta H_2$	β. -450 kJ
Γ. $\Delta H_3$	γ. 250 kJ
Δ. $\Delta H_4$	δ. 150 kJ
E. $\Delta H_5$	ε. 200 kJ

### 2.3 Ερωτήσεις συμπλήρωσης

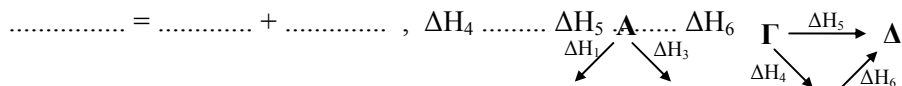
1. Η μεταβολή της ενθαλπίας μιας αντίδρασης είναι ίση με την ενέργεια που ανταλλάσσεται με το περιβάλλον, εφ' όσον η αντίδραση πραγματοποιείται .....
2. Η μεταβολή της ενθαλπίας του συστήματος κατά την πραγματοποίηση μιας εξώθερμης αντίδρασης είναι πάντα ....., δηλαδή  $H_{\text{προϊόντων}} \dots H_{\text{αντιδρώντων}}$ .
3. Μία μονάδα μέτρησης της πρότυπης ενθαλπίας καύσης του  $\text{CH}_4$  είναι το ..... . Με τη μονάδα αυτή μετράται ..... που ελευθερώνεται στο περιβάλλον κατά την καύση .....  $\text{CH}_4$ , όταν αυτή πραγματοποιείται υπό .....
4. Κατά την πραγματοποίηση των αντιδράσεων  $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ ,  $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  παρατηρείται ..... μεταβολή στην πρότυπη ενθαλπία του συστήματος, διότι η μεταβολή αυτή εξαρτάται .....
5. Η θερμοχημική εξίσωση  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ,  $\Delta H = +572 \text{ kJ}$  μας πληροφορεί ότι για κάθε .....  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  που διασπάται ..... ενέργεια ίση με  $572 \text{ kJ}$  με αποτέλεσμα να ..... η ενθαλπία του συστήματος.
6.  $1 \text{ kcal} = \dots \text{ cal} = \dots \text{ kJ}$ .
7. Αν καεί πλήρως ένα διαμάντι μάζας  $1 \text{ g}$  παράγεται ..... από αυτή που παράγεται κατά την πλήρη καύση  $1 \text{ g}$  γραφίτη, διότι η μεταβολή ..... μιας αντίδρασης εξαρτάται από ..... των αντιδρώντων.
8. Η μεταβολή της ενθαλπίας του συστήματος κατά την πραγματοποίηση μιας χημικής αντίδρασης είναι ..... των μαζών των σωμάτων που ..... Έτσι αν:



9. Για τον υπολογισμό της πρότυπης ενθαλπίας μιας αντίδρασης, ανάγονται τόσο τα προϊόντα όσο και τα αντιδρώντα σε πίεση ..... και θερμοκρασία ..... °C ή ..... K. Η μεταβολή της ενθαλπίας της αντίδρασης σ' αυτές τις συνθήκες συμβολίζεται με .....
10. Αν θεωρήσουμε ότι ο γραφίτης αποτελεί τη σταθερότερη μορφή άνθρακα, τότε ισχύει:  $\Delta H_f^0(\text{C}_{(\text{γραφίτης})}) \dots\dots 0$ , ενώ  $\Delta H_f^0(\text{C}_{(\text{διαμάντι})}) \dots\dots 0$  και ακόμη:  $\text{C}_{(\text{γραφίτης})} \rightarrow \text{C}_{(\text{διαμάντι})}, \Delta H^0 \dots\dots 0$ .
11. Δύο παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ενθαλπία της αντίδρασης  $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  είναι ..... και .....
12. Δύο παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ενθαλπία της αντίδρασης  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$  είναι ..... και .....
13. Πρότυπη ενθαλπία εξουδετέρωσης (συμβολισμός ..... ) ονομάζεται η θερμότητα που ..... κατά την εξουδετέρωση ενός mol ..... από ..... σε ..... διάλυμα.
14. Πρότυπη ενθαλπία διάλυσης (συμβολισμός ..... ) ονομάζεται η θερμότητα που ..... κατά τη διάλυση ..... της ουσίας αυτής σε .....
15. Η μεταβολή ενθαλπίας της αντίδρασης  $\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}(\text{g})$  χαρακτηρίζεται ως ..... και έχει ..... τιμή.
16. Το ποσό θερμότητας που ανταλλάσσει μια χημική ουσία με το περιβάλλον δίνεται από τη σχέση  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ , όπου m: ....., c: ..... και  $\Delta T$ : .....

17. Το  $1\text{cal}\cdot\text{K}^{-1}$  είναι μονάδα μέτρησης της ..... , η τιμή της οποίας εξαρτάται από ..... και είναι ανάλογη ..... του σώματος.

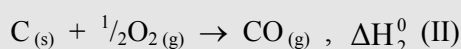
18. Οι μεταβολές ενθαλπίας που σημειώνονται στους θερμοχημικούς κύκλους (I) και (II) του διπλανού σχήματος συνδέονται με τις σχέσεις:

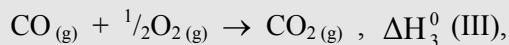


19. Από τη θερμοχημική εξίσωση  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$ ,  $\Delta H_f^\circ = -44\text{kcal}$ , προκύπτει ότι η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του HCl είναι (I) ..... kcal/mol (II) ενώ η ενέργεια που απορροφάται από το περιβάλλον κατά τη διάσπαση 1mol HCl στα συστατικά του στοιχεία είναι .....

20. Αν για την πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού μιας χημικής ένωσης X χρησιμοποιηθεί ο συμβολισμός  $\Delta H_f^\circ(X)$ , τότε η πρότυπη ενθαλπία  $\Delta H^\circ$  της αντίδρασης  $\alpha\text{A} + \beta\text{B} \rightarrow \gamma\text{Γ} + \delta\text{Δ}$  σε συνάρτηση με τις πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού των ενώσεων A, B, Γ και Δ δίνεται από τη σχέση:  $\Delta H^\circ =$  .....

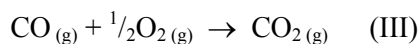
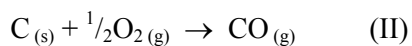
21. Από τη μελέτη των χημικών εξισώσεων:





διαπιστώνεται ότι η χημική εξίσωση ( ..... ) προκύπτει από την πρόσθεση κατά μέλη των χημικών εξισώσεων ( ..... ) και ( ..... ). Η διαπίστωση αυτή μας οδηγεί στη σχέση  $\Delta H_1^0 \dots\dots\dots \Delta H_2^0 \dots\dots\dots \Delta H_3^0$ , η οποία αποτελεί τη μαθηματική διατύπωση του .....

22. Οι πρότυπες ενθαλπίες  $\Delta H_1^0$ ,  $\Delta H_2^0$  και  $\Delta H_3^0$  των χημικών αντιδράσεων (I), (II) και (III) αντίστοιχα:



χαρακτηρίζονται αντίστοιχα ως: πρότυπη ενθαλπία ..... του ..... , πρότυπη ενθαλπία ..... του ..... και πρότυπη ενθαλπία ..... του .....

## 2.4 Ερωτήσεις σύντομης απάντησης

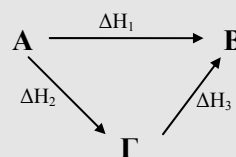
1. Ποια επιπλέον πληροφορία μας δίνει η θερμοχημική εξίσωση  
 $C + O_2 \rightarrow CO_2, \Delta H = -292\text{kJ}$  σε σχέση με τη χημική εξίσωση  $C + O_2 \rightarrow CO_2$ .
2. Ένας μαθητής ισχυρίστηκε ότι η μία τουλάχιστον από τις θερμοχημικές εξισώσεις  $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}, \Delta H = -281\text{kJ}$  και  $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}, \Delta H = -285\text{kJ}$  είναι λανθασμένη. Να αναφέρετε ένα λόγο για τον οποίο ο ισχυρισμός αυτός δεν ήταν σωστός.
3. Να αναφέρετε τρεις μορφές ενέργειας οι οποίες ανταλλάσσονται μεταξύ συστήματος - περιβάλλοντος κατά την πραγματοποίηση μιας χημικής αντίδρασης με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η ενθαλπία του συστήματος.
4. Αν κατά την ηλεκτρόλυση ενός διαλύματος δεν πραγματοποιείται ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ συστήματος - περιβάλλοντος, μεταβάλλεται ή όχι η ενθαλπία του συστήματος; Δώστε μια σύντομη εξήγηση.
5. Ποια από τα μεγέθη: θερμοκρασία, όγκος, ενέργεια, μάζα, αριθμός mol, πίεση και πυκνότητα ενός συστήματος θεωρούμε ότι δεν μεταβάλλονται κατά τον υπολογισμό της μεταβολής της ενθαλπίας του όταν εκδηλώνεται σ' αυτό μια χημική αντίδραση;
6. Γράψτε τη θερμοχημική εξίσωση καύσης του υδρογόνου, αν γνωρίζετε ότι κατά την καύση 11,2L αυτού σε STP, ανταλλάσσεται με το περιβάλλον θερμότητα ίση με 120kJ.
7. Να αναφέρετε ένα λόγο για τον οποίο η πρότυπη μεταβολή ενθαλπίας της αντίδρασης  $S + O_2 \rightarrow SO_2$  δεν έχει πάντα την ίδια αριθμητική τιμή.

8. Διατυπώστε το νόμο, του οποίου εφαρμογή αποτελεί η παρακάτω ισοδυναμία:  
 $\text{H}_2 + \text{F}_2 \rightarrow 2\text{HF}$  ,  $\Delta\text{H}^0 = -540\text{kJ}$   $\Leftrightarrow$   $2\text{HF} \rightarrow \text{H}_2 + \text{F}_2$  ,  $\Delta\text{H}^0 = 540\text{kJ}$ .

9. Γράψτε τις θερμοχημικές εξισώσεις των αντιδράσεων στις οποίες αναφέρονται οι παρακάτω μεταβολές ενθαλπίας:  $\Delta\text{H}_c^0(\text{CO}) = -111\text{kJ/mol}$ ,  $\Delta\text{H}_f^0(\text{CH}_4) = -75\text{kJ/mol}$ .

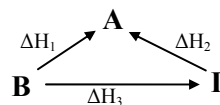
10. Δύο κομμάτια σιδήρου μαζών  $m_1$  και  $m_2$  που έχουν θερμοκρασίες αντίστοιχα  $\theta_1$  και  $\theta_2$  ( $\theta_1 > \theta_2$ ) φέρνονται σε θερμική επαφή μέχρι να αποκτήσουν κοινή θερμοκρασία  $\theta$ . Αν κατά τη διάρκεια αυτής της επαφής το σύστημα των δύο μαζών δεν ανταλλάσσει θερμότητα με το περιβάλλον, δείξτε ότι:  $\frac{\Delta\theta_1}{\Delta\theta_2} = \frac{m_2}{m_1}$

11. Στο θερμοχημικό κύκλο του διπλανού σχήματος η κατάσταση A αναφέρεται σε ένα μείγμα που αποτελείται από 2mol  $\text{H}_2$  και 1mol  $\text{O}_2$  στους 25 °C, ενώ η κατάσταση B αναφέρεται σε 2mol  $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$  θερμοκρασίας 25 °C.



Περιγράψτε μία κατάσταση του συστήματος στην οποία είναι δυνατό να αντιστοιχεί το σημείο Γ.

12. Αν για το θερμοχημικό κύκλο του διπλανού σχήματος ισχύει  $\Delta\text{H}_2 > 0$ , δείξτε ότι  $\Delta\text{H}_1 > \Delta\text{H}_3$  και αντίστροφα.

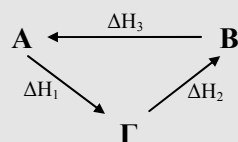


## 2.5 Ερωτήσεις τύπου «σωστό-λάθος» με αιτιολόγηση

Εξηγήστε αν ισχύουν οι προτάσεις που ακολουθούν. Να αναφέρετε ένα σχετικό παράδειγμα, όπου το κρίνετε σκόπιμο.

1. Οι εξώθερμες αντιδράσεις πραγματοποιούνται με απορρόφηση ενέργειας του συστήματος από το εξωτερικό περιβάλλον του και για το λόγο αυτό αυξάνεται η ενθαλπία του συστήματος.
2. Η ενθαλπία ενός mol  $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ , στους  $25^\circ\text{C}$ , είναι  $18\text{g}\cdot 25\text{cal/g} = 450\text{cal}$ .
3. Σε κάθε χημική αντίδραση η ενθαλπία των αντιδρώντων είναι ίση με την ενθαλπία των προϊόντων της αντίδρασης.
4. Για τις ενδόθερμες αντιδράσεις ισχύει  $\Delta H = H_{\text{προϊόντων}} - H_{\text{αντιδρώντων}}$ , ενώ για τις εξώθερμες  $\Delta H = H_{\text{αντιδρώντων}} - H_{\text{προϊόντων}}$ .
5. Η μεταβολή ενθαλπίας του συστήματος κατά την πραγματοποίηση μιας χημικής αντίδρασης είναι θετική ή αρνητική αν η αντίδραση είναι αντίστοιχα ενδόθερμη ή εξώθερμη.
6. Η πρότυπη ενθαλπία καύσης του  $\text{CH}_4$  είναι  $890\text{kJ}$ .

7. Αν για τις μεταβολές ενθαλπίας  $\Delta H_1$  και  $\Delta H_2$  που σημειώνονται στο θερμοχημικό κύκλο του διπλανού σχήματος ισχύει:  $\Delta H_1 + \Delta H_2 > 0$ , τότε θα είναι  $\Delta H_3 < 0$ .



8. Κατά την πραγματοποίηση της εξώθερμης αντίδρασης  $2\text{H}_2_{(g)} + \text{O}_2_{(g)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ , στο δοχείο του διπλανού σχήματος υπό σταθερή θερμοκρασία και πίεση, ανταλλάσσεται με το περιβάλλον ενέργεια με μορφή θερμότητας και μηχανικού έργου.





9. Για τις πρότυπες ενθαλπίες  $\Delta H_1^0$  και  $\Delta H_2^0$  των χημικών αντιδράσεων  
 $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_{2O(l)}$ ,  $\Delta H_1^0$ ,  $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_{2O(g)}$ ,  $\Delta H_2^0$ ,  
ισχύει:  $\Delta H_1^0 < \Delta H_2^0$ .

10. Αν  $H_{2(g)} + C_2H_{4(g)} \rightarrow C_2H_{6(g)}$ ,  $\Delta H_1^0 = \alpha$  kcal και

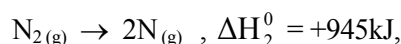


11. Η πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης,  $2H_{(g)} \rightarrow H_{2(g)}$  ονομάζεται ενθαλπία δεσμού.

12. Αν ο ερυθρός φωσφόρος αποτελεί τη σταθερότερη μορφή του φωσφόρου, τότε ισχύει:  $\Delta H_f^0$  (λευκού P)  $\neq 0$ .

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

14. Από τις θερμοχημικές εξισώσεις  $H_{2(g)} \rightarrow 2H_{(g)}$ ,  $\Delta H_1^0 = +436$ kJ και



προκύπτει ότι ο δεσμός  $N \equiv N$  είναι ισχυρότερος του δεσμού H-H και συνεπώς το μόριο  $N_2$  είναι σταθερότερο από το μόριο του  $H_2$ .

15. Η πρότυπη μεταβολή ενθαλπίας της αντίδρασης  $H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$ , εκφράζει την πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού ( $\Delta H_f^0$ ) του νερού.

16. Το  $1 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$  και το  $1 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1}$  είναι μονάδες μέτρησης της θερμοχωρητικότητας.

17. Η εξίσωση  $\Delta H^0 = \Delta H_f^0 \text{ προϊόντων} - \Delta H_f^0 \text{ αντιδρώντων}$  εκφράζει ότι η πρότυπη ενθαλπία μιας αντίδρασης είναι ίση με τη διαφορά της ενθαλπίας των αντιδρώντων από την ενθαλπία των προϊόντων.

18. Η πρότυπη ενθαλπία εξουδετέρωσης είναι ίση με τη θερμότητα που εκλύεται ή απορροφάται κατά την εξουδετέρωση ενός mol οξέος από ένα mol βάσης σε αραιά διαλύματα και σε πρότυπες συνθήκες..
19. Η πρότυπη ενθαλπία διάλυσης είναι θετική για όλες τις ενώσεις.
20. Οι πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού όλων των ενώσεων έχουν θετική τιμή.
21. Η τιμή της πρότυπης μεταβολής ενθαλπίας ( $\Delta H^0$ ) για την αντίδραση  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  εξαρτάται από τη θερμοκρασία που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί η αντίδραση.
22. Με εφαρμογή του νόμου του Hess στις θερμοχημικές εξισώσεις:  
 $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{G}, \Delta H_1$        $\text{G} \rightarrow \text{D} + \text{E}, \Delta H_2$        $\text{D} + \text{E} \rightarrow \text{A} + \text{B}, \Delta H_3$   
 προκύπτει ότι:  $\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$ .
23. Αν από την καύση 2g  $\text{CH}_4$  ελευθερώνονται 26kcal, τότε από την καύση 8g  $\text{CH}_4$ , ελευθερώνονται 104kcal, στην ίδια θερμοκρασία.
24. 18g  $\text{H}_2\text{O}$ , θερμοκρασίας 25 °C, έχουν περισσότερη ενθαλπία απ' ό,τι ένα μείγμα που αποτελείται από 2g  $\text{H}_2$  και 16g  $\text{O}_2$ , θερμοκρασίας 25 °C.
25. Κατά την καύση 10g υγρής βενζίνης, θερμοκρασίας 35 °C, ελευθερώνεται περισσότερη θερμότητα απ' όση ελευθερώνεται από την καύση 10g ατμών της ίδιας βενζίνης θερμοκρασίας 35 °C.
26. Τα καυσόξυλα θερμαίνουν περισσότερο το σπίτι αν πριν την καύση τους τα αφήσουμε να στεγνώσουν.
27. Είναι προτιμότερο, από ενεργειακή άποψη, να πληρώσουμε 24L βενζίνης στην τιμή των 25L, παρά να μας πουλήσουν 25L βενζίνης που περιέχει 1L νερό.

## 2.6 Ασκήσεις- Προβλήματα

1. Να υπολογισθεί η  $\Delta H^0$  της αντίδρασης  $2\text{H}_2\text{S}_{(g)} + \text{SO}_2_{(g)} \rightarrow 3\text{S}_{(s)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$   
αν:  $\Delta H_f^0(\text{H}_2\text{S}_{(g)}) = -20,6\text{kJ/mol}$ ,  $\Delta H_f^0(\text{SO}_2_{(g)}) = -296,9\text{kJ/mol}$  και  
 $\Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O}_{(l)}) = -286\text{kJ/mol}$ .

2. Δίνονται οι πρότυπες ενθαλπίες:

$$\Delta H_f^0(\text{CH}_4_{(g)}) = -76\text{kJ/mol} \quad \Delta H_f^0(\text{CO}_2_{(g)}) = -394\text{kJ/mol}$$

$$\Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O}_{(l)}) = -286\text{kJ/mol} \quad \Delta H_f^0(\text{N}_2\text{H}_4_{(g)}) = +50\text{kJ/mol}$$

- α) Να υπολογισθούν οι πρότυπες ενθαλπίες καύσης του  $\text{CH}_4_{(g)}$  και της  $\text{N}_2\text{H}_4_{(g)}$ .  
β) Ποια από τις δύο αυτές ενώσεις αποδίδει κατά την καύση της μεγαλύτερο ποσό θερμότητας ανά g;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων: C: 12, H: 1, N: 14.

3. Δίνονται οι πρότυπες ενθαλπίες των δεσμών:

$$\text{H-H} : +436\text{kJ/mol} \quad \text{Cl-Cl} : +243\text{kJ/mol} \quad \text{F-F} : +313\text{kJ/mol}$$

$$\text{H-Cl} : +431\text{kJ/mol} \quad \text{H-F} : +644\text{kJ/mol}$$

α) Να υπολογίσετε την  $\Delta H_f^0(\text{HCl})$

β) Να υπολογίσετε την  $\Delta H^0$  για την αντίδραση  $2\text{HCl} + \text{F}_2 \rightarrow 2\text{HF} + \text{Cl}_2$ .

4. Η πρότυπη ενθαλπία διάλυσης του KCl στο νερό είναι  $+17,2\text{kJ/mol}$ . Να υπολογίσετε την θερμότητα που εκλύεται στο περιβάλλον ή απορροφάται από το περιβάλλον κατά τη διάλυση 149g KCl σε μεγάλη ποσότητα νερού.

Σχετικές ατομικές μάζες: K: 39, Cl: 35,5.

5. Μείγμα που περιέχει 4g  $\text{CH}_4_{(g)}$  και 24g  $\text{O}_2_{(g)}$  θερμοκρασίας  $25^\circ\text{C}$  αναφλέγεται και τα προϊόντα ψύχονται ξανά στους  $25^\circ\text{C}$ .

Αν  $\Delta H_f^0(\text{CH}_4_{(g)}) = -76\text{kJ/mol}$ ,  $\Delta H_f^0(\text{CO}_2_{(g)}) = -394\text{kJ/mol}$  και

$\Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O}_{(l)}) = -286\text{kJ/mol}$  να υπολογιστούν:

- α) το ποσό θερμότητας που ελευθερώνεται κατά την καύση  
β) η κατά βάρος σύσταση των καυσαερίων, στους  $25^\circ\text{C}$ .

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων: C: 12, H: 1, O: 16.

6. Αν δίνεται ότι:  $\Delta H_c^0(\text{C}_{(s)}) = -394\text{kJ/mol}$ ,  $\Delta H_c^0(\text{C}_2\text{H}_6_{(g)}) = -1650\text{kJ/mol}$ ,  
 $\Delta H_c^0(\text{CH}_4_{(g)}) = -890\text{kJ/mol}$  και  $\Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O}_{(l)}) = -286\text{kJ/mol}$ , να υπολογιστούν:

α) η  $\Delta H_f^0(\text{C}_2\text{H}_6_{(g)})$

β) το ποσό θερμότητας σε πρότυπη κατάσταση που θα ελευθερωθεί κατά την τέλεια καύση 8,96L ισομοριακού μείγματος  $\text{CH}_4_{(g)}$  και  $\text{C}_2\text{H}_6_{(g)}$  μετρημένα σε STP.

7. Αν οι πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού των υδρατμών και του υγρού νερού είναι αντίστοιχα  $-58\text{kcal/mol}$  και  $-69\text{kcal/mol}$ , να βρεθούν:

α) η θερμότητα που ελευθερώνεται ή απορροφάται κατά την καύση 5 mol  $\text{H}_2$  προς υδρατμούς

β) η θερμότητα που ελευθερώνεται ή απορροφάται κατά την υγροποίηση 5mol υδρατμών

γ) η θερμότητα που ελευθερώνεται ή απορροφάται κατά τη διάσπαση 2,5mol υδρατμών και 2,5mol υγρού νερού στα συστατικά τους στοιχεία.

Όλα τα ποσά θερμότητας ζητείται να υπολογισθούν σε πρότυπη κατάσταση.

8. Μείγμα Al και  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  λέγεται θερμίτης και χρησιμοποιείται για την συγκόλληση των σιδηροτροχιών. Αν οι πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού του  $\text{Al}_2\text{O}_3$  και του  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  αντίστοιχα είναι  $-1680\text{kJ/mol}$  και  $-840\text{kJ/mol}$ , να βρεθούν:

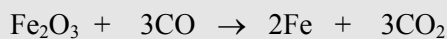
α) η πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$

β) το ποσό θερμότητας, σε πρότυπη κατάσταση, που θα ελευθερωθεί κατά την αντίδραση μιας ποσότητας θερμίτη που περιέχει 800g  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  και 135g Al.

Σχετικές ατομικές μάζες: Fe: 56 , Al: 27 , O: 16.

9. Ο αιματίτης είναι ένα από τα κυριότερα ορυκτά του Fe με κύριο συστατικό το  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , από τον οποίο παράγεται με αναγωγή μεταλλικός Fe. Αν  $\Delta H_f^0(\text{Fe}_2\text{O}_3) = -837\text{kJ/mol}$ ,  $\Delta H_f^0(\text{CO}) = -111\text{kJ/mol}$ ,  $\Delta H_f^0(\text{CO}_2) = -394\text{kJ/mol}$ , να βρεθούν:

α) η πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης αναγωγής:



β) Το ποσό θερμότητας, σε πρότυπη κατάσταση, που ανταλλάσσεται κατά την πλήρη αναγωγή ενός τόνου αιματίτη περιεκτικότητας 80% w/w σε  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Οι προσμίξεις δεν αντιδρούν.

Σχετικές ατομικές μάζες: Fe : 56 , O : 16.

10. Κάψαμε τέλεια 3gr C, 4g CH<sub>4</sub> και 11,2L H<sub>2</sub> μετρημένα σε πρότυπες συνθήκες (STP) και βρήκαμε ότι ελευθερώθηκαν αντίστοιχα 23,5kcal, 52,5kcal και 34,5kcal. Με βάση τα παραπάνω δεδομένα να υπολογιστούν:
- οι πρότυπες ενθαλπίες καύσης του C, του CH<sub>4</sub> και του H<sub>2</sub>
  - η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του CH<sub>4</sub>.
- Όλα τα ποσά θερμότητας αναφέρονται στους 25 °C και 1atm.  
Σχετικές ατομικές μάζες: C : 12 , H : 1.
11. Δίνεται ότι σε θερμοκρασία θ°C οι ενθαλπίες σχηματισμού του H<sub>2</sub>O, του CO<sub>2</sub>, του C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> και του CH<sub>3</sub>COOH είναι αντίστοιχα -286kJ/mol, -395kJ/mol, -231kJ/mol και -487kJ/mol, ενώ η ενθαλπία της αντίδρασης:
- $$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} \text{ είναι } -139\text{kJ}.$$
- Με βάση τα παραπάνω δεδομένα να υπολογιστούν στους θ °C:
- η ενθαλπία καύσης του CH<sub>3</sub>COOH
  - η ενθαλπία της αντίδρασης  $\text{CH}_3\text{CHO} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$ .
12. Φιάλη περιέχει υδρογόνο σε πίεση 8atm και θερμοκρασία 0 °C. Μετά την καύση ενός μέρους του υδρογόνου η πίεση μειώθηκε σε 3atm, ενώ η θερμοκρασία παρέμεινε στους 0 °C. Αν κατά την καύση αυτή ελευθερώθηκαν 7150kJ μετρημένα σε πρότυπη κατάσταση, να βρεθεί ο όγκος της φιάλης. Δίνεται ότι η πρότυπη ενθαλπία του υδρογόνου είναι ίση με -286kJ/mol.
13. Κατά την τέλεια καύση 8,96L αερίου μείγματος CO και H<sub>2</sub>, μετρημένα σε STP, ελευθερώθηκε θερμότητα ίση με 113,5kJ. Αν οι ενθαλπίες καύσης του CO και του H<sub>2</sub> είναι αντίστοιχα -283kJ/mol και -286kJ/mol, να υπολογιστούν:
- η κατά βάρος σύσταση του μείγματος που κάηκε
  - ο όγκος του O<sub>2</sub>, μετρημένος σε STP, που καταναλώθηκε κατά την καύση.
- Όλα τα ποσά θερμότητας υπολογίσθηκαν στην ίδια θερμοκρασία και πίεση.  
Σχετικές ατομικές μάζες: C : 12 , O : 16 , H : 1.
14. Ισομοριακό μίγμα H<sub>2</sub> και O<sub>2</sub> μάζας 6,8g αντιδρά σε κατάλληλες συνθήκες και σχηματίζει νερό σύμφωνα με την εξίσωση  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ .

Αν η ενθαλπία σχηματισμού των υδρατμών ίση με  $-58\text{kcal/mol}$  και η ενθαλπία υγροποίησης των υδρατμών ίση με  $-10\text{kcal/mol}$ , να βρεθούν:

α) η μάζα του νερού που θα σχηματιστεί

β) το ποσό θερμότητας που θα ελευθερωθεί κατά την αντίδραση.

Όλες οι μεταβολές ενθαλπίας αναφέρονται στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης. Σχετικές ατομικές μάζες:  $\text{H} : 1$  ,  $\text{O} : 16$ .

15. Σε 200ml διαλύματος  $\text{HCl}$  0,4M προσθέτουμε ορισμένο όγκο διαλύματος  $\text{NaOH}$  0,2M, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ και ελευθερώνεται ποσό θερμότητας ίσο με 2296J. Αν η ενθαλπία εξουδετέρωσης του  $\text{HCl}$  με το  $\text{NaOH}$  είναι ίση με  $-57,4\text{kJ/mol}$ , να βρεθούν:

α) ο όγκος του διαλύματος  $\text{NaOH}$  που προσθέσαμε στο διάλυμα του  $\text{HCl}$

β) η συγκέντρωση C (mol/L) του διαλύματος Δ για καθεμιά από τις ενώσεις που περιέχει.

Όλα τα ποσά θερμότητας μετρήθηκαν στις ίδιες συνθήκες.

16. Ένα κράμα μάζας 200g αποτελείται από 80% w/w  $\text{Cu}$  και 20% w/w  $\text{Sn}$ .

Αν οι ειδικές θερμοχωρητικότητες του  $\text{Cu}$  και του  $\text{Sn}$  είναι αντίστοιχα  $c_1 = 0,15\text{cal}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  και  $c_2 = 0,25\text{cal}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  να βρεθούν:

α) η θερμοχωρητικότητα του κράματος

β) το ποσό θερμότητας που θα αποδώσει στο περιβάλλον το κράμα αυτό, αν ψυχθεί από τους  $\theta_1 = 25^\circ\text{C}$  στους  $0^\circ\text{C}$ .

17. Ένα θερμιδόμετρο που είναι θερμικά μονωμένο με το περιβάλλον περιείχε 472,5g υγρό νερό και 40g πάγου σε ισορροπία. Στο θερμιδόμετρο αυτό ρίξαμε 10g στερεού  $\text{NaOH}$  θερμοκρασίας  $0^\circ\text{C}$ . Αν η ενθαλπία διάλυσης του  $\text{NaOH}$  είναι  $-8,8\text{kcal/mol}$ , ενώ η ειδική λανθάνουσα θερμότητα τήξης του πάγου  $80\text{cal/g}$ , να υπολογίσετε:

α) τη μάζα του πάγου που παρέμεινε στο θερμιδόμετρο μετά τη διάλυση του  $\text{NaOH}$  στο νερό

β) την % w/w περιεκτικότητα του διαλύματος που προέκυψε.

Σχετικές ατομικές μάζες:  $\text{Na}: 23$ ,  $\text{H}: 1$ ,  $\text{O}: 16$ .

18. Ένα κλειστό και θερμικά μονωμένο θερμιδόμετρο περιείχε 1Kg  $\text{H}_2\text{O}$ , 0,1mol  $\text{CH}_4$  και 0,2mol  $\text{O}_2$ . Η θερμοκρασία του συστήματος ήταν  $4^\circ\text{C}$ . Μετά από την

ανάφλεξη του μείγματος των δύο αερίων η θερμοκρασία του συστήματος σταθεροποιήθηκε στους 25 °C. Υπολογίστε:

- α) το ποσό θερμότητας που ελευθερώθηκε από την καύση του μεθανίου και απορροφήθηκε από το νερό του θερμιδομέτρου
- β) την πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$

Δίνεται η ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού  $c = 1\text{cal}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ , ενώ οι θερμοχωρητικότητες του  $\text{CH}_4$  και του  $\text{O}_2$  θεωρούνται αμελητέες.

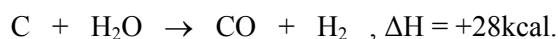
19. 11,2L μείγματος  $\text{H}_2$  και  $\text{Cl}_2$ , μετρημένα σε STP, αντιδρούν σε κλειστό δοχείο. Μετά το τέλος της αντίδρασης, που είναι ποσοτική, το αέριο που προκύπτει διαβιβάζεται σε περίσσεια διαλύματος  $\text{KOH}$  και εξουδετερώνεται, ενώ ταυτόχρονα ελευθερώνονται 5,6kcal. Τελικά βρέθηκε ότι απομένουν 2,24L αερίου  $\text{H}_2$ , μετρημένα σε STP.

Αν η ενθαλπία σχηματισμού του  $\text{HCl}$  είναι ίση με  $-22\text{kcal/mol}$ , να βρεθούν:

- α) ο λόγος των mol των δύο αερίων στο αρχικό μείγμα
- β) το ποσό θερμότητας που ελευθερώθηκε κατά την αντίδραση του αρχικού μείγματος
- γ) η ενθαλπία εξουδετέρωσης του  $\text{HCl}$  από το  $\text{KOH}$ .

Όλα τα ποσά θερμότητας μετρήθηκαν σε πρότυπη κατάσταση.

20. Όταν διαβιβάσουμε μείγμα υδρατμών και  $\text{O}_2$  σε σωλήνα που περιέχει C σε κατάσταση ερυθροπυρώσεως πραγματοποιούνται οι αντιδράσεις:



- α) Ποια πρέπει να είναι η αναλογία mol υδρατμών και  $\text{O}_2$  σε ένα μείγμα τους, ώστε αν αυτό διαβιβαστεί σε σωλήνα που περιέχει περίσσεια ερυθροπυρωμένου C, να μη παρατηρηθεί θερμική μεταβολή;
- β) Σε σωλήνα που περιέχει περίσσεια C σε κατάσταση ερυθροπυρώσεως διαβιβάζουμε ισομοριακό μείγμα υδρατμών και  $\text{O}_2$  όγκου 112L, μετρημένα σε STP.
  - i) Ποιο θα είναι το θερμικό αποτέλεσμα της αντίδρασης;
  - ii) Ποιος είναι ο όγκος του αερίου μείγματος σε STP, που εξέρχεται τελικά από το σωλήνα;

21. Η ενθαλπία σχηματισμού του  $\text{CH}_4$  είναι ίση με  $-84\text{kJ/mol}$ , του  $\text{C}_2\text{H}_2$  ίση με  $+230\text{kJ/mol}$  και του  $\text{H}_2\text{O}$   $-242\text{kJ/mol}$ . Κατά την πλήρη αντίδραση 1,4mol C

με  $H_2$  σχηματίστηκε μείγμα  $CH_4$  και  $C_2H_2$ , ενώ συγχρόνως ελευθερώθηκαν 38kJ. Να βρεθούν:

α) ο αριθμός των mol του  $CH_4$  και του  $C_2H_2$  που παράχθηκαν

β) η ενθαλπία της αντίδρασης  $2CH_4 + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow C_2H_2 + 3H_2O$ .

Όλα τα ποσά θερμότητας μετρήθηκαν στις ίδιες συνθήκες.

22. Οι πρότυπες ενθαλπίες καύσης του  $H_2$  και του C είναι αντίστοιχα -286kJ/mol και -394kJ/mol, ενώ οι πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού του CO και του  $CH_4$  είναι -111kJ/mol και -76kJ/mol αντίστοιχα.

α) Να βρεθούν οι πρότυπες ενθαλπίες καύσης του CO και του  $CH_4$ .

β) Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που θα ελευθερωθεί από την τέλεια καύση  $56m^3$  μείγματος, μετρημένα σε STP, που περιέχει 40% v/v  $H_2$ , 20% v/v  $CH_4$ , 10% v/v  $N_2$  και 30% v/v CO.

Όλα τα ποσά θερμότητας μετρήθηκαν στους  $25^\circ C$  και πίεση 1atm.



## 2. 7 Κριτήρια αξιολόγησης

### *1ο παράδειγμα κριτηρίου αξιολόγησης σύντομης διάρκειας*

**Αντικείμενο εξέτασης:** Ενδόθερμες - εξώθερμες αντιδράσεις, μεταβολή ενθαλπίας, πρότυπη ενθαλπία για διάφορες μεταβολές

**Χρονική διάρκεια:** 15 λεπτά (κατά προσέγγιση)

**Στοιχεία μαθητή:**

Επώνυμο ..... Όνομα .....

Τάξη ..... Τμήμα ..... Μάθημα ..... Ημερομηνία .....

**Ερωτήσεις:**

1. Από το δεδομένο:  $\Delta H_c^0(\text{CH}_4) = -890\text{kJ/mol}$  συμπεραίνεται ότι

(συμπληρώστε τα διάστικτα):

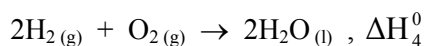
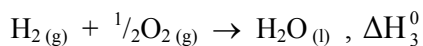
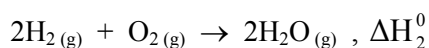
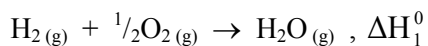
α) κατά την καύση ορισμένης ποσότητας  $\text{CH}_4$  ισχύει  $H_{\text{προϊόντων}} \dots H_{\text{αντιδρώντων}}$

β) για κάθε .....  $\text{CH}_4$  που καίγεται .....  
ενέργεια 890kJ

γ) κατά τη μέτρηση της μεταβολής της ενθαλπίας οι ουσίες της αντίδρασης  
έχουν αναχθεί σε θερμοκρασία ..... και πίεση .....

**Μονάδες: 4**

2. Δίνονται οι αντιδράσεις:



Να συγκρίνετε τις αλγεβρικές τιμές των  $\Delta H_1$ ,  $\Delta H_2$ ,  $\Delta H_3$  και  $\Delta H_4$ , βάζοντας στη θέση του κάθε διάστικτου το κατάλληλο σύμβολο.

α)  $\Delta H_1^0 \dots\dots \Delta H_2^0$                       γ)  $\Delta H_1^0 \dots\dots \Delta H_3^0$

β)  $\Delta H_4^0 \dots\dots \Delta H_2^0$                       δ)  $\Delta H_4^0 \dots\dots \Delta H_3^0$

**Μονάδες: 4**

3. Αν οι πρότυπες ενθαλπίες των δεσμών H-H, Cl-Cl και H-Cl είναι αντίστοιχα +35kJ/mol, +243kJ/mol και +431kJ/mol, να υπολογίσετε την  $\Delta H_f^0(\text{HCl})$ .

**Μονάδες: 7**

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

4. Αν  $\Delta H_f^0(\text{CO}_2) = -394\text{kJ/mol}$  και  $\Delta H_f^0(\text{CO}) = -283\text{kJ/mol}$ , να υπολογίσετε την  $\Delta H^0$  της αντίδρασης:  $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$

**Μονάδες: 5**

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

2ο παράδειγμα κριτηρίου αξιολόγησης σύντομης διάρκειας

Αντικείμενο εξέτασης: Μέτρηση της  $\Delta H$  - Νόμος Hess

Χρονική διάρκεια: 15 λεπτά (κατά προσέγγιση)

Στοιχεία μαθητή:

Επώνυμο ..... Όνομα .....

Τάξη ..... Τμήμα ..... Μάθημα ..... Ημερομηνία .....

Ερωτήσεις:

1. Όταν διαλυθούν 8g NaOH<sub>(s)</sub> θερμοκρασίας 20 °C σε 720g H<sub>2</sub>O η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται από τους 20 °C στους 22,5 °C. Να υπολογίσετε την ενθαλπία διάλυσης του NaOH<sub>(s)</sub> σε kcal/mol.

Δίνεται  $c_{\text{νερού}} = 1,0 \text{ cal}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  και οι θερμοχωρητικότητες του NaOH και του δοχείου θεωρούνται αμελητέες. Σχετικές ατομικές μάζες Na: 23, H: 1, O: 16.

Μονάδες: 6

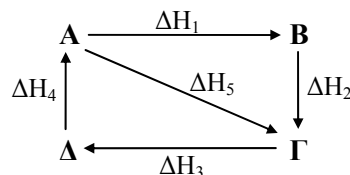
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

2. Για τις μεταβολές ενθαλπίας που σημειώνονται στους θερμοχημικούς κύκλους του διπλανού σχήματος ισχύει:

(συμπληρώστε τα διάστικτα)

α)  $\Delta H_5 \dots\dots \Delta H_2 \dots\dots \Delta H_1 = 0$

β)  $\dots\dots + \Delta H_3 + \dots\dots = 0$



Μονάδες: 3

3. Από το δεδομένο  $\Delta H_f^0(\text{H}_2\text{O}_{(g)}) = -286\text{kJ/mol}$  προκύπτει ότι:

α) για την αντίδραση  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ,  $\Delta H^0 = \dots\dots\dots$

β) για την αντίδραση  $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$ ,  $\Delta H^0 = \dots\dots\dots$

**Μονάδες: 3**

4. Δίνεται  $\Delta H_c^0(\text{C}_3\text{H}_8) = -2220\text{kJ/mol}$ .

Να υπολογίσετε την ενέργεια που εκλύεται κατά την καύση:

α) 8,8g  $\text{C}_3\text{H}_8$

β) 11,2L  $\text{C}_3\text{H}_8$  σε STP.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: C: 12, H: 1.

**Μονάδες: 8**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

*1ο παράδειγμα ωριαίου κριτηρίου αξιολόγησης*

**Αντικείμενο εξέτασης:** *Θερμοχημεία*

**Χρονική διάρκεια:** 45 λεπτά (κατά προσέγγιση)

**Στοιχεία μαθητή:**

Επώνυμο ..... Όνομα .....

Τάξη ..... Τμήμα ..... Μάθημα ..... Ημερομηνία .....

**ΘΕΜΑ 1ο**

1. Η θερμοχημική εξίσωση  $C_{(\text{γραφίτης})} + O_2 (\text{g}) \rightarrow CO_2 (\text{g})$ ,  $\Delta H^0 = -394 \text{ kJ}$ , μας πληροφορεί ότι:
- κατά την καύση 1mol άνθρακα ελευθερώνονται 394kJ
  - κατά την καύση οποιασδήποτε ποσότητας γραφίτη ελευθερώνονται 394 kJ
  - κατά την καύση 1mol γραφίτη ελευθερώνονται 394kJ
  - κατά την καύση 1 mol γραφίτη εκλύονται 394kJ σε πρότυπη κατάσταση
  - όλα τα παραπάνω.

**Μονάδες: 1**

2. Όταν μία χημική αντίδραση είναι εξώθερμη τότε:
- η ενθαλπία των αντιδρώντων είναι μεγαλύτερη από την ενθαλπία των προϊόντων
  - τα προϊόντα έχουν μεγαλύτερη ενθαλπία από τα αντιδρώντα
  - παράγεται ενέργεια
  - δαπανάται ενέργεια.

**Μονάδες: 1**

3. Ο σχηματισμός χημικών δεσμών είναι διαδικασία:
- εξώθερμη ( $\Delta H < 0$ )
  - ενδόθερμη ( $\Delta H > 0$ )
  - θερμοουδέτερη ( $\Delta H = 0$ )
  - ενδόθερμη, εξώθερμη ή θερμοουδέτερη, ανάλογα με το είδος του δεσμού.

**Μονάδες: 1**

4. Αντιστοιχήστε την κάθε ποσότητα υδρατμών ή υγρού νερού της στήλης (I) με τη θερμότητα που παράγεται κατά το σχηματισμό της από τα συστατικά της στοιχεία (στήλη II).

(I)	(II)
A. 2g H <sub>2</sub> O <sub>(g)</sub>	α. 6 kcal
B. 4g H <sub>2</sub> O <sub>(g)</sub>	β. 7,5 kcal
Γ. 2g H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub>	γ. 12 kcal
Δ. 4g H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub>	δ. 10 kcal
	ε. 15 kcal

**Μονάδες: 2**

(A - .....), (B - .....), (Γ - .....), (Δ - .....).

5. Για να διασπασθεί σε μείγμα H<sub>2</sub> και O<sub>2</sub> θερμοκρασίας 18<sup>0</sup> C:

1g πάγου	θερμοκρασίας 0 °C	απαιτούνται	α kJ
1g υδρατμών	» 100 °C	»	β kJ
1g νερού <sub>(l)</sub>	» 0 °C	»	γ kJ
1,2g πάγου	» 0 °C	»	δ kJ

Να διατάξετε τους αριθμούς α, β, γ και δ κατ' αύξουσα σειρά

**Μονάδες: 2**

.....

### ΘΕΜΑ 2<sup>ο</sup>

1. Εξετάστε αν ισχύουν ή όχι οι παρακάτω προτάσεις:
- α) Για τον προσδιορισμό της μεταβολής της ενθαλπίας μιας αντίδρασης θα πρέπει κατά τη διάρκειά της τα αντιδρώντα και τα προϊόντα να βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία

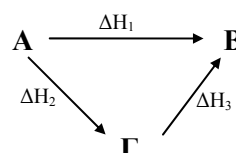
.....  
 .....  
 .....  
 .....

β) Το ποσό θερμότητας που ελευθερώνεται στο περιβάλλον κατά την πραγματοποίηση μιας εξώθερμης αντίδρασης εξαρτάται από το μηχανισμό με τον οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση.

.....  
 .....  
 .....

**Μονάδες: 1,5 + 1,5 = 3**

2. Στο θερμοχημικό κύκλο του διπλανού σχήματος η κατάσταση Α αναφέρεται σε ένα μείγμα που αποτελείται από 1 mol H<sub>2</sub> και 0,5 mol O<sub>2</sub> στους 25 °C και πίεση 1 atm, ενώ η κατάσταση Β αναφέρεται σε 1 mol H<sub>2</sub>O<sub>(l)</sub> θερμοκρασίας 25 °C.



- α) Περιγράψτε μία κατάσταση του συστήματος στην οποία είναι δυνατό να αντιστοιχεί το σημείο Γ.
- β) Πώς ονομάζεται κάθε μία από τις μεταβολές ενθαλπίας ΔH<sub>1</sub>, ΔH<sub>2</sub> και ΔH<sub>3</sub>.

**Μονάδες: 2+ 2 = 4**

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**ΘΕΜΑ 3ο**

Κατά την τέλεια καύση 2g CH<sub>4</sub> ελευθερώθηκαν 110kJ, ενώ κατά την τέλεια καύση ισομοριακού μείγματος CH<sub>4</sub> και H<sub>2</sub> όγκου 5,6L σε STP ελευθερώθηκαν 142kJ. Αν τα ποσά θερμότητας έχουν αναχθεί στους 25<sup>0</sup>C και 1atm, να υπολογισθούν:

- α) η πρότυπη ενθαλπία καύσης του CH<sub>4</sub> σε kJ/mol και
- β) η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του νερού σε kJ/mol.

**Μονάδες: 3 + 3 = 6**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## 2ο παράδειγμα ωριαίου κριτηρίου αξιολόγησης

**Αντικείμενο εξέτασης:** Θερμοχημεία

**Χρονική διάρκεια:** 45 λεπτά (κατά προσέγγιση)

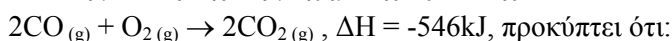
**Στοιχεία μαθητή:**

Επώνυμο ..... Όνομα .....

Τάξη ..... Τμήμα ..... Μάθημα ..... Ημερομηνία .....

### ΘΕΜΑ 1ο

1. Από τη μελέτη της θερμοχημικής εξίσωσης



α. η ενθαλπία σχηματισμού του  $\text{CO}_{2(g)}$  είναι  $-546\text{kJ/mol}$

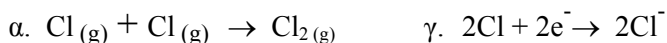
β. η ενθαλπία καύσης του  $\text{CO}_{(g)}$  είναι  $-273\text{kJ/mol}$

γ. η διαφορά ενθαλπίας μεταξύ του  $\text{CO}_{2(g)}$  και του  $\text{CO}_{(g)}$  είναι  $-273\text{kJ/mol}$

δ. η ενθαλπία καύσης του C είναι μικρότερη από  $-273\text{kJ/mol}$ .

**Μονάδες: 1**

2. Η ενθαλπία του δεσμού Cl-Cl εκφράζει τη μεταβολή ενθαλπίας του συστήματος κατά την πραγματοποίηση της χημικής μετατροπής:



**Μονάδες: 1**

3. Από δύο πειράματα προσδιορισμού της ενθαλπίας καύσης του  $\text{H}_2$  προέκυψαν αντίστοιχα οι τιμές  $-241\text{kJ/mol}$  και  $-284\text{kJ/mol}$ . Η διαφορά που προέκυψε κατά τις δύο μετρήσεις μπορεί να οφείλεται:

α. σε σφάλματα των μετρήσεων

β. στη διαφορετική φυσική κατάσταση του  $\text{H}_2\text{O}$  που παράχθηκε

γ. στη διαφορετική θερμοκρασία του συστήματος

δ. στη διαφορετική πίεση του συστήματος

ε. σε όλους τους παραπάνω λόγους.

**Μονάδες: 1**

4. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του πίνακα

Ειδική θερμοχωρητικότητα /cal·g <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup>	
νερό	1,00
πάγος	0,50
αργίλιο	0,20
γυαλί	0,12
άργυρος	0,06

i) Να αντιστοιχήσετε την κάθε ποσότητα χημικής ουσίας της στήλης (I) με μία από τις τιμές θερμοχωρητικότητας της στήλης (II).

(I)

(II)

θερμοχωρητικότητα/cal·K<sup>-1</sup>

A. 5g γυαλιού

α. 1,2

B. 6g αλουμινίου

β. 0,15

Γ. 2,5g αργύρου

γ. 3

Δ. χ g νερού

δ. 0,6

E. 4χ g πάγου

ε. 6

**Μονάδες: 2 + 2 = 4**

A - ..... B - ..... Γ - ..... Δ - ..... E - .....

ii) Υπολογίστε την τιμή του χ.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

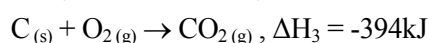
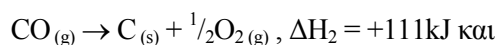
.....

.....

**ΘΕΜΑ 2ο**

1. i) Διατυπώστε το νόμο με βάση τον οποίο προκύπτει η θερμοχημική εξίσωση  $\text{CO}_{(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)}$ ,  $\Delta H_1 = -283\text{kJ}$

από τις θερμοχημικές εξισώσεις:



.....  
.....  
.....  
.....  
.....

- ii) Εξηγήστε πώς επαληθεύεται ο νόμος αυτός στην περίπτωση των παραπάνω θερμοχημικών εξισώσεων.

**Μονάδες: 2 + 1 = 3**

.....  
.....  
.....  
.....

2. (Ερώτηση σχολικού βιβλίου)

Οι ενθαλπίες δεσμού των αλογόνων είναι:



- α) Να ταξινομηθούν τα αλογόνα κατά σειρά σταθερότητας.

.....

- β) Στους  $1700^\circ\text{C}$  ένα μόνο αλογόνο διασπάται πλήρως σε άτομα. Ποιο είναι;

.....

**Μονάδες: 2+1 = 3**

**ΘΕΜΑ 3ο**

Ρίξαμε ένα κομμάτι πάγου θερμοκρασίας  $0^{\circ}\text{C}$  και μάζας  $20\text{g}$  σε νερό θερμοκρασίας  $5^{\circ}\text{C}$  που περιέχονταν σε ένα δοχείο θερμικά μονωμένο, ώστε να μη πραγματοποιείται ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ συστήματος - περιβάλλοντος. Διαπιστώσαμε μετά από αρκετό χρόνο ότι το δοχείο περιείχε μόνο νερό θερμοκρασίας  $0^{\circ}\text{C}$ .

Αν η ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού είναι  $1\text{cal}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ , ενώ η ειδική λανθάνουσα θερμότητα τήξης του πάγου είναι  $80\text{cal}\cdot\text{g}^{-1}$  να υπολογίσετε:

- α) τη μάζα του νερού που περιείχε τελικά το δοχείο
- β) τη μεταβολή ενθαλπίας της αρχικής ποσότητας του νερού.

**Μονάδες: 4 + 3 = 7**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....