

ΚΕΦ. 4 ΘΕΡΜΟΧΗΜΕΙΑ

Εισαγωγή:

Όλες οι χημικές ουσίες (ενώσεις ή στοιχεία) περιέχουν τη "δυνάμει τους" ενέργεια, την καλούμενη μεν αλλιώς "χημική ενέργεια". Έτσι για αέρια ένωση: $CO_2(g)$
Τα μόρια CO_2 αφανώς υφίστανται αργά έχων α) κινητική ενέργεια K

β) Στους χημικούς δεσμούς υαίτε πρώτο
 $O=C=O$ μεταβλ σε C και O

και παρατηρείται ε- ασυνών ελκυστικές δυνάμεις στα συνδεδεμένα άτομα άρα σε υαίτε δεσμός περιυδαίεται αμνητική δυνάμει ή ελκυστική ενέργεια $U_{δρνη}^{δρνη} < 0$

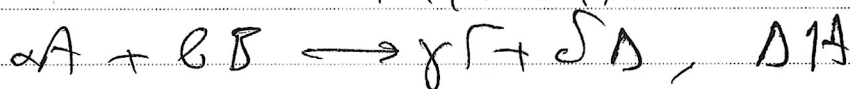
γ) Μεταβλ των μορίων CO_2 ασυνώντι ελκυστικές διαμοριακές δυνάμεις London οι οποίες δρουν αμνητική δυνάμει ή ελκυστική ενέργεια $U_{δρνη}^{δρνη} < 0$

Άρα η συνολική χημική ενέργεια της ένωσης που λήφεται ενδαία (14)
α είναι

$$H = K + U_{δρνη}^{δρνη} + U_{δρνη}^{δρνη}$$

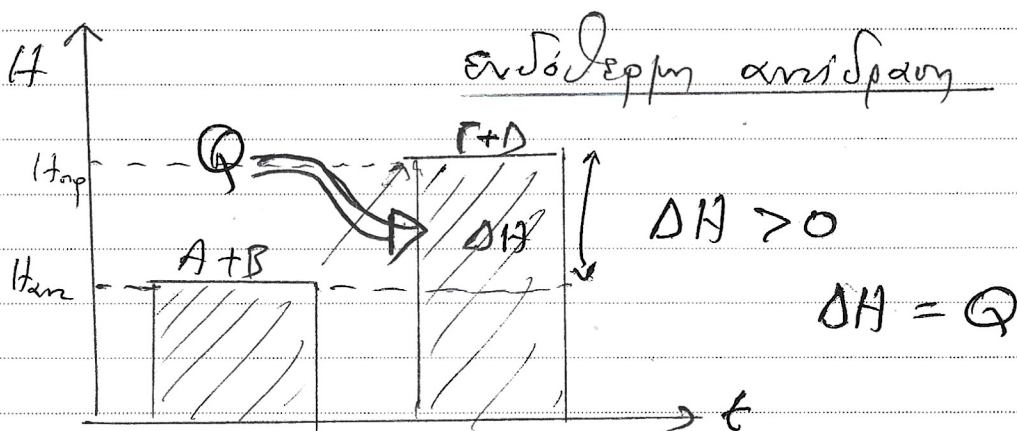
Κατά την μετατροπή των ανωτέρωτων σε προϊόντα σε μία χημική αντίδραση "οι άνε δεσμοί" οαίτε απορροφάται ενέργεια (14)

και δημιουργούνται νέοι δεσμοί οπότε εκλύεται ενέργεια ($H_{εκλ}$). Στην εξερχόμενη αντίδραση η ενέργεια που απελευθερείται με τη διαδικασία είναι σε κόκκινη θερμότητα



i) Αν $H_{αντρ} > H_{εκλ}$ τότε αναδινά

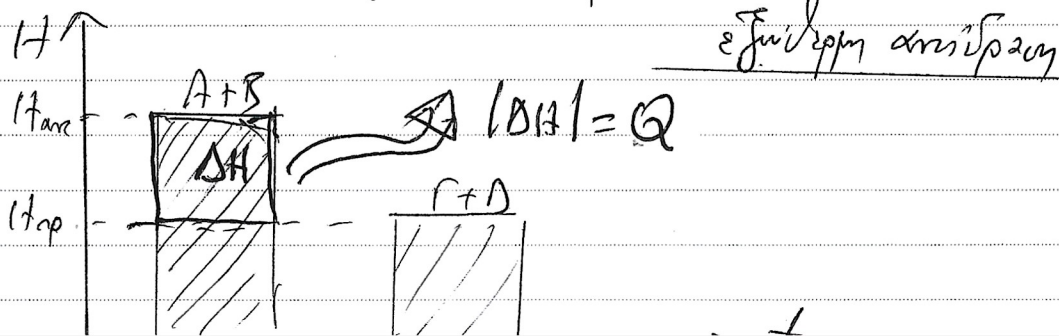
απορροφάται ενέργεια δηλ. τα προϊόντα θα έχουν μεγαλύτερη ενέργεια από τα αντιδρώντα άρα εδώ απορροφάται θερμότητα Q και το περίσπασμα που "μεταφέρεται" σε αυτήν ενέργεια ΔH



ii) Αν $H_{αντρ} < H_{εκλ}$ τότε αναδινά

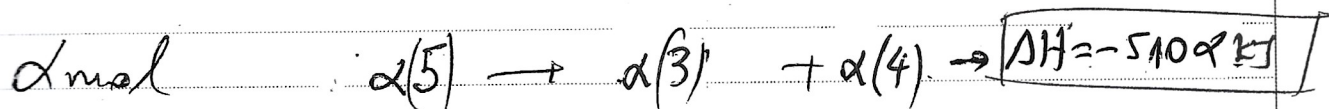
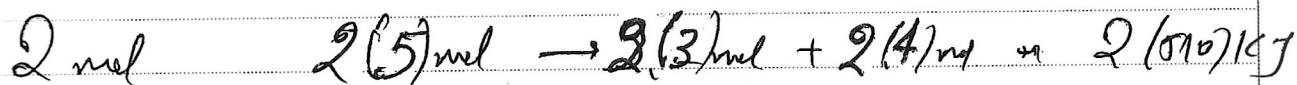
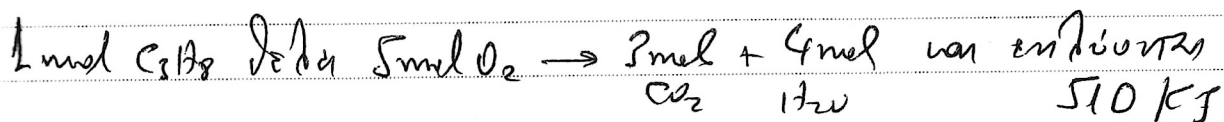
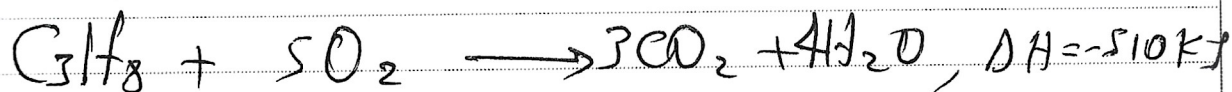
εκλύεται ενέργεια δηλ. εδώ ένας μέρος της χημικής ενέργειας ΔH μεταφέρεται σε θερμότητα Q

άρα $\Delta H = H_{εκλ} - H_{αντρ} < 0$



Σχέση μεταξύ $\Delta H_{\text{formation}}$ και combustion
αντιδράσεων:

Για τον άνθρακα



Ανδ. η θερμότητα που ενδύεται ή απορροφάται σε μία χημική αντίδραση είναι ανάδοση των mol που αντιδρούν ή παράγονται

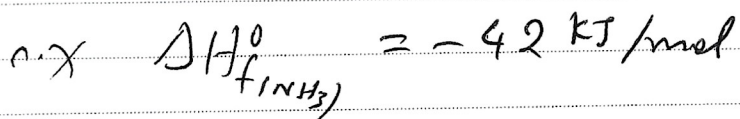
[Σύση ενθαλπιών]

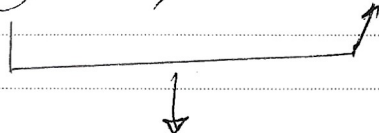
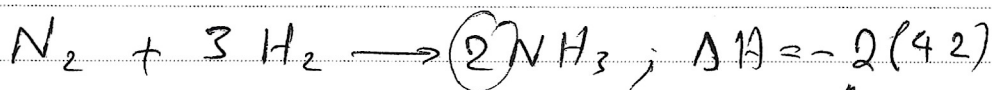
(1) Πρόταση ενθαλπία σχηματισμού ΔH_f

$f = \text{formation}$
= σχηματισμός

Μονάδα μέτρησης: KJ/mol

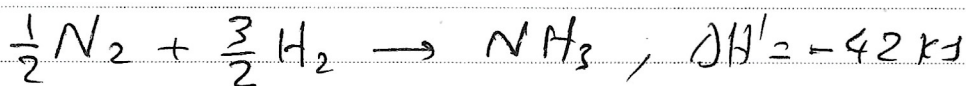
Είναι η θερμότητα που ενδύεται ή απορροφάται για το σχηματισμό 1 mol υλικού





★ Προσοχή! Αν στα προϊόντα δεν έχει
1 mol θα πρέπει να πολ/σας την
 ΔH_f° με το συντελεστή των προϊόντων

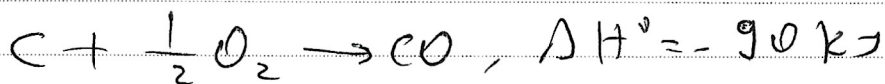
Ενώ αν έχουμε



• Σας ας υπενθυμίσω: Αν δοθεί η ΔH_f° μιας

ουσίας $\Rightarrow$ γράφει την αντίδραση σύνθεσης
της ουσίας (1 mol) από τα χημικά της
στοιχεία π.χ

$$\Delta H_{f(CO)}^\circ = -90 \text{ kJ/mol}$$



★ Προσοχή! Αν δοθεί κάποια $\Delta H_f^\circ \rightarrow$ σε $\frac{\text{kJ}}{\text{g}} \Rightarrow$

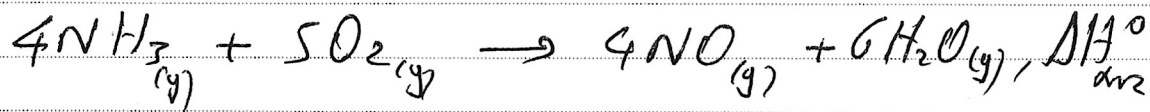
θα κάνω το $1 \text{ g} \rightarrow$ σε mol.

$$\eta = \frac{m}{M_r} \Rightarrow \eta = \frac{1}{M_r} \text{ mol} \Rightarrow \Delta H_f^\circ \rightarrow \left(\frac{1}{M_r} \right) \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

• Σε κάθε χημική αντίδραση ισχύει

$$\Delta H^{\circ}_{\text{αντιδρασης}} = \sum (\text{συντελεστές}) \times \Delta H^{\circ}_{f(\text{προϊόν})} - \sum (\text{συντελ.}) \times \Delta H^{\circ}_{f(\text{αντιδρ.})}$$

π.χ. έστω



$$\Delta H^{\circ}_{\text{αντ}} = 4 \cdot \Delta H^{\circ}_{f(\text{NO})} + 6 \cdot \Delta H^{\circ}_{f(\text{H}_2\text{O})} - 4 \cdot \Delta H^{\circ}_{f(\text{NH}_3)}$$

(2) Πρόσωση ενθαλπία καύσης ΔH°_c (KJ/mol ουσίας καυστούμενης)

c = combustion (καύση)

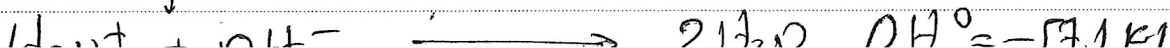
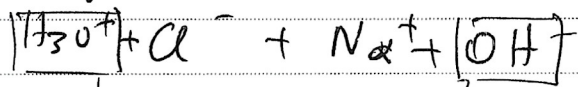
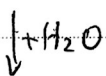
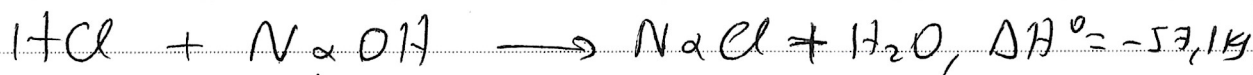
Πάντα $\Delta H^{\circ}_c < 0$: η καύση είναι πάντα εξωθερμική

(3) Πρόσωση ενθαλπία εξουδετέρωσης ΔH°_n

$\Delta H^{\circ}_n < 0$: Είναι η θερμότητα που ελευθερείται όταν εξουδετερώνεται 1 mol H^+ (ή H_3O^+) ενός οξέος με 1 mol OH^- μιας βάσης

Για τα ισχυρά οξέα και βάσεις $\Delta H^{\circ}_n = -57,1 \text{ KJ/mol H}^+$ ή mol OH^-

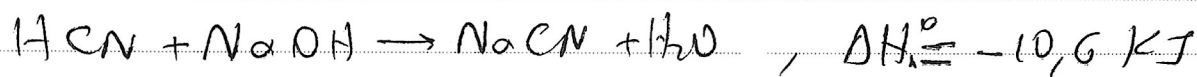
π.χ.



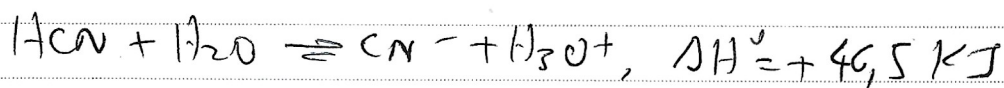
Θεωρούμε ότι ένα H^+ ισοδυναμεί με ένα H_3O^+

Όταν εξουδετερώνεται ασθενές οξύ (π.χ. HCN) ή ασθενής βάση (π.χ. NH_3) τότε η $|\Delta H^\circ| < 57,1 \text{ KJ}$

π.χ. $\Delta H^\circ = -10,6 \text{ KJ}$ για την εξουδετέρωση



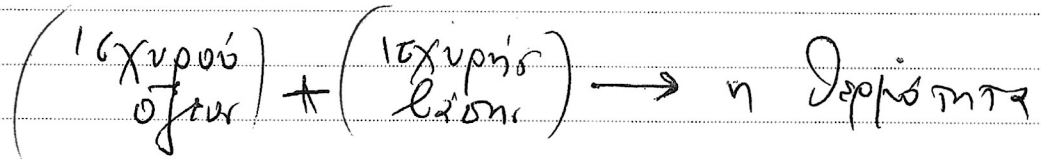
Ερμηνεία: Το HCN είναι ασθενές οξύ οπότε ιοντίζεται μερικώς, συνεπώς για να "δώσει" όλη την ποσότητα ιόντων H^+ (H_3O^+) που μπορεί να πράξει να ιοντιστεί πλήρως με μεσόδρομη αντίδραση (ενδοθερμική): δηλ. πρέπει να απορροφήσει θερμότητα για να "διασπαστεί" πλήρως



Άρα όταν γίνει η εξουδετέρωση του HCN από το $NaOH$ από τα $-57,1 \text{ KJ}$ που ενδύονται συνολικά, τα $+46,5 \text{ KJ}$ απορροφούνται από τον ιοντισμό του HCN από συνολικά δε "μένουν" για να ενδύονται $\Delta H^\circ = -10,6 \text{ KJ}$

Τονίζουμε ότι τα ισχυρά οξέα ιοντίζονται "αβιάστα" χωρίς απορρόφηση (καταβόλωση) ενέργειας και οι ισχυρές βάσεις διασπάζονται χωρίς απορρόφηση ενέργειας. Γι' αυτό

στη εξουδετέρωση



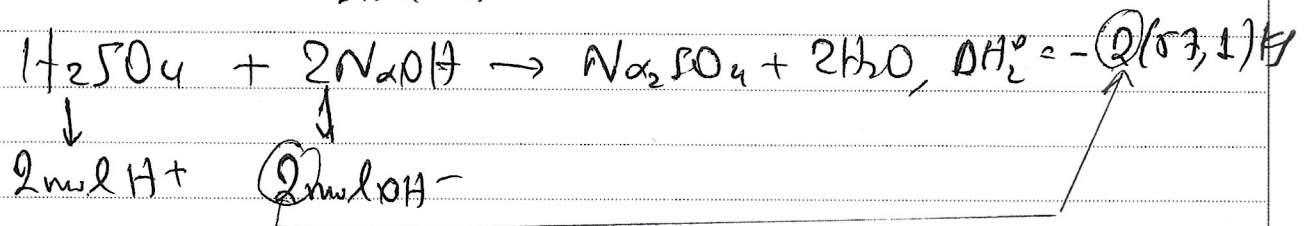
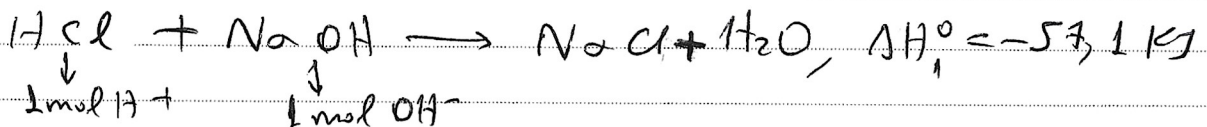
που ενδέχεται είναι αναδοσιντα $57,1 \text{ KJ}$
 $\frac{\text{mol H}^+}{\text{mol OH}^-}$

Διότι

ΔΕΝ απορροφάται θερμότητα

ούτε για τον ιονισμό του οξέος
 ούτε για τη διάσπαση της βάσης

Παραδείγματα:



Πάντα, παρατηρώ, ότι

$$\boxed{n_{\text{H}^+} = n_{\text{OH}^-} \quad \text{ή} \quad n_{\text{H}_2\text{O}^+} = n_{\text{OH}^-}}$$