

ΕΡΓΑΛΕΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΧΗΜΙΚΟΥ 6 Έργο και ενέργεια

Έργο, w , εκτελείται όταν ένα σώμα μετατοπίζεται ενάντια σε μια αντιτιθέμενη δύναμη. Για απειροστή μετατόπιση κατά το διάνυσμα ds , το έργο που εκτελείται *επί του σώματος* είναι

$$dw_{\text{σώμα}} = -F \cdot ds \quad \text{Έργο επί σώματος [ορισμός]}$$

όπου $F \cdot ds$ το «εσωτερικό γινόμενο» των διανυσμάτων F και ds :

$$F \cdot ds = F_x dx + F_y dy + F_z dz \quad \text{Εσωτερικό γινόμενο [ορισμός]}$$

Η ενέργεια που χάνεται ως έργο από το σύστημα, dw , είναι το αντίθετο του έργου που εκτελείται επί του σώματος, οπότε

$$dw = F \cdot ds \quad \text{Έργο επί συστήματος [ορισμός]}$$

Για μονοδιάστατη κίνηση, $dw = F_x dx$, με $F_x < 0$ αν αντιτίθεται στην κίνηση (οπότε $F_x = -|F_x|$). Το ολικό έργο που εκτελείται κατά μήκος μιας διαδρομής είναι το ολοκλήρωμα αυτής της έκφρασης, οπότε συμπεριλαμβάνεται η πιθανότητα η F να αλλάζει κατεύθυνση ή και μέτρο σε κάθε σημείο της διαδρομής. Με τη δύναμη εκφρασμένη σε newton (N) και την απόσταση σε μέτρα, η μονάδα μέτρησης του έργου είναι το joule (J), με

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N m} = 1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$$

Ενέργεια είναι η δυνατότητα εκτέλεσης έργου. Η μονάδα μέτρησης της ενέργειας στο SI είναι ίδια με εκείνη του έργου, δηλαδή το joule. Ο ρυθμός παροχής ενέργειας ονομάζεται ισχύς (P), και εκφράζεται σε watt (W):

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J s}^{-1}$$

Ένα σωματίδιο μπορεί να διαθέτει δύο είδη ενέργειας, κινητική και δυναμική. Η **κινητική ενέργεια**, E_k , ενός σώματος είναι η ενέργεια που διαθέτει το σώμα λόγω της κίνησής του. Για σώμα μάζας m που κινείται με ταχύτητα v , είναι

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 \quad \text{Κινητική ενέργεια [ορισμός]}$$

Επειδή $p = mv$ (Εργαλειοθήκη του χημικού 3, Ενότητα 1B), όπου p το μέτρο της γραμμικής ορμής, έπεται ότι

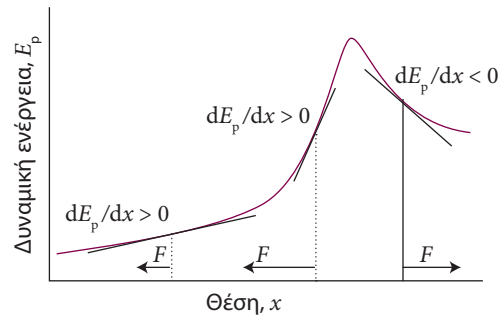
$$E_k = \frac{p^2}{2m} \quad \text{Κινητική ενέργεια [ορισμός]}$$

Η **δυναμική ενέργεια**, E_p , (συνήθως συμβολίζεται με V , αλλά δεν πρέπει να τη συγχέετε με τον όγκο!) ενός σώματος είναι η ενέργεια που διαθέτει το σώμα λόγω της θέσης του. Απουσία απωλειών, η δυναμική ενέργεια ενός ακίνητου σώματος είναι ίση με το έργο που πρέπει να καταναλώσουμε για να φέρουμε το σώμα στη θέση που βρίσκεται. Επειδή $dw_{\text{σώμα}} = -F_x dx$, έπεται ότι $dE_p = -F_x dx$ και συνεπώς

$$F_x = -\frac{dE_p}{dx} \quad \text{Δυναμική ενέργεια [σχέση με δύναμη]}$$

Αν η E_p αυξάνεται με την αύξηση του x , τότε η F_x είναι αρνητική (έχει φορά προς τα αρνητικά x , σχήμα παρακάτω). Έτσι,

όσο πιο απότομη η κλίση (όσο πιο έντονη η εξάρτηση της δυναμικής ενέργειας από τη θέση), τόσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη.



Δεν μπορεί να δοθεί γενική έκφραση για τη δυναμική ενέργεια διότι αυτή εξαρτάται από το είδος της δύναμης που ασκείται στο σώμα. Για σώμα μάζας m σε ύψος h κοντά στην επιφάνεια της Γης, η βαρυτική δυναμική ενέργεια είναι

$$E_p(h) = E_p(0) + mgh \quad \text{Βαρυτική δυναμική ενέργεια}$$

όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας (το g εξαρτάται από τη θέση, αλλά η «πρότυπη» τιμή του είναι περίπου $9,81 \text{ m s}^{-2}$). Το μηδέν της δυναμικής ενέργειας είναι αυθαίρετο. Για σώμα κοντά στην επιφάνεια της Γης, συνήθως θέτουμε $E_p(0) = 0$.

Η **δυναμική ενέργεια Coulomb** δύο ηλεκτρικών φορτίων, Q_1 και Q_2 , που απέχουν απόσταση r είναι

$$E_p = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon r} \quad \text{Δυναμική ενέργεια Coulomb}$$

Η ποσότητα ϵ ονομάζεται **επιτρεπτότητα** η τιμή της εξαρτάται από τη φύση του μέσου μεταξύ των δύο φορτίων. Αν τα φορτία βρίσκονται στο κενό, τότε η σταθερά είναι γνωστή ως **επιτρεπτότητα του κενού**, ϵ_0 , ή **ηλεκτρική σταθερά**, η οποία έχει την τιμή $8,854 \times 10^{-12} \text{ J}^{-1} \text{ C}^2 \text{ m}^{-1}$. Η επιτρεπτότητα είναι μεγαλύτερη για άλλα μέσα, όπως ο αέρας, το νερό ή το λάδι. Εκφράζεται συνήθως ως πολλαπλάσιο της επιτρεπτότητας του κενού:

$$\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0 \quad \text{Επιτρεπτότητα [ορισμός]}$$

όπου ϵ_r η αδιάστατη **σχετική επιτρεπτότητα** (πλαισιωμένη ονομαζόταν **διηλεκτρική σταθερά**).

Η **ολική ενέργεια** ενός σώματος είναι το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής του ενέργειας:

$$E = E_k + E_p \quad \text{Ολική ενέργεια [ορισμός]}$$

Εφόσον δεν ασκούνται εξωτερικές δυνάμεις στο σώμα, η ολική του ενέργεια παραμένει σταθερή. Η κεντρική αυτή δήλωση της φυσικής είναι γνωστή ως **αρχή διατήρησης της ενέργειας**. Η δυναμική και η κινητική ενέργεια μπορούν να εναλλάσσονται ελεύθερα, αλλά το άθροισμά τους παραμένει σταθερό απουσία εξωτερικών δυνάμεων.