ΜΑΘΗΜΑ-21

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Το σύστημα που μελετάτε μπορεί να είναι

ΜΟΝΩΜΕΝΟ: *Καμμία ανταλλαγή ενέργειας και ύλης με το ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ*

ΚΛΕΙΣΤΟ: *Ανταλλαγή ΜΟΝΟ ενέργειας με το ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ*

ΑΝΟΙΚΤΟ: *Ανταλλαγή ενέργειας και ύλης με το ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ*

Το Σύστημα έχει ενέργεια η οποία μπορεί να είναι:

- **ΚΙΝΗΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**:

$$dK = d\left(\frac{1}{2}mv_x^2\right) = d\left(\frac{1}{2m}p_x^2\right) = \frac{1}{2m}d\left(p_x^2\right) = \frac{1}{m}p_x dp_x \qquad (1)$$

$$\begin{aligned}\Delta K &= \int_1^2 dK = \int_1^2 \frac{1}{2m}d(p_x^2) \\ &= \frac{1}{2m}\int_1^2 d(p_x^2) \\ &= \frac{1}{2m}(p_{x2}^2 - p_{x1}^2) = K_2 - K_1 \qquad (2)\end{aligned}$$

- **ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**:

$$dU(x') = -F_{x'}dx' = -dW \qquad (3)$$

$$\begin{aligned}\Delta U(x) &= -\int_0^x dW \\ &= -(W(x) - W(0)) \qquad (4)\end{aligned}$$

Η δύναμης ορίζεται από τη Δυναμική Ενέργεια

$$F_x = -\frac{dU(x)}{dx} \tag{5}$$

Το Σύστημα χαρακτηρίζεται από τη Δυναμική του Ενέργεια

- **Ελαστική**

$$U(x) = \frac{1}{2}kx^2 \qquad F_x = -\frac{dU}{dx} = -kx \tag{6}$$

- **Βαρυτική**

$$U(r) = -\frac{G \cdot M \cdot m}{r} \tag{7}$$

$$\begin{aligned} F(r) &= -\frac{dU}{dr} = -(-G \cdot M \cdot m)\frac{d}{dr}\left(\frac{1}{r}\right) \\ &= (G \cdot M \cdot m)\left(\frac{-1}{r^2}\right) \\ &= -\frac{GM \cdot m}{r^2} \end{aligned} \tag{8}$$

Ηλεκτρική Ενέργεια *Coulomb*

$$U(r) = \frac{Q \cdot q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r}\right) \tag{9}$$

$$F(r) = -\frac{dU}{dr} = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r^2}\right) \tag{10}$$

Τι σημαίνει το Ολικό Διαφορικό μιας Συνάρτησης

Ολικό Διαφορικό της $f(x), f(x, y)$

$$df(x) = f(x + dx) - f(x) \approx f(x) + \left(\frac{df}{dx}\right) dx - f(x) = \left(\frac{df}{dx}\right) dx \quad (11)$$

$$\begin{aligned} df(x, y) &= f(x + dx, y + dy) - f(x, y) \\ &\approx f(x, y) + \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)_y dx + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)_x dy - f(x, y) \\ &= \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)_y dx + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)_x dy \end{aligned} \quad (12)$$

Για ΜΟΝΩΜΕΝΑ Συστήματα ισχύει ο Νόμος Διατήρησης της Ολικής Ενέργειας ή Πρώτος Νόμος της Θερμοδυναμικής

$$E = K(v_x^2) + U(x) \tag{13}$$

$$\begin{aligned} \frac{dE}{dt} &= \frac{dK}{dt} + \frac{dU}{dt} \\ &= v_x \left(m \frac{dv_x}{dt} \right) + \frac{dU}{dx} \frac{dx}{dt} \\ &= F_x v_x + (-F_x v_x) \\ &= 0 \end{aligned} \tag{14}$$

Για ΚΛΕΙΣΤΑ ή ΑΝΟΙΚΤΑ Συστήματα ισχύει ο Νόμος Διατήρησης της Ολικής Ενέργειας στη μορφή

$$E_S = K(v_x^2) + U(x) \tag{15}$$

$$\begin{aligned} dE_S &= dW + dQ \\ d(E_S - W - Q) &= 0 \\ E_{SE} &= E_S - W - Q \\ dE_{SE} &= 0 \end{aligned} \tag{16}$$

E_{SE}: Η ΟΛΙΚΗ ενέργεια συστήματος και περιβάλλοντος (Σύστημα + Περιβάλλον $\equiv$ Απομονωμένο Σύστημα)

E_S: Η ενέργεια του συστήματος (Εσωτερική Ενέργεια)

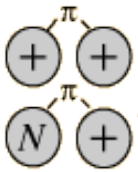
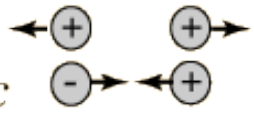
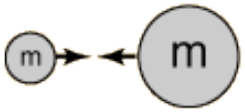
W: Έργο που παράγεται (δαπανάται) από το σύστημα

Q: Θερμότητα που παράγεται (δαπανάται) από το σύστημα

Σύγκριση των Θεμελιωδών Δυνάμεων της Φύσης

http : //hyperphysics.phy — astr.gsu.edu/hbase/forces/funfor.html#c4

Fundamental Forces

		Strength	Range (m)	Particle
Strong	 Force which holds nucleus togeher	1	10^{-15} (diameter of a medium sized nucleus)	gluons, π(nucleons)
Electro-magnetic		$\frac{1}{137}$	Infinite	photon mass = 0 spin = 1
Weak	neutrino interaction induces beta decay	10^{-6}	10^{-18} (0.1% of the diameter of a proton)	Intermediate vector bosons W^+, W^-, Z_0, mass > 80 GeV spin =1
Gravity		6×10^{-39}	Infinite	graviton ? mass = 0 spin = 2

Index

Fundamental force concepts

Coupling constants

HyperPhysics***** Quantum Physics

R Nave

Go Back

Σύστημα : Πεδίο
http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_field

ΔΥΝΑΜΗΣ COULOMB

$$\vec{F}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q \cdot Q}{|r|^2}\,\hat{r} = q\,\vec{E}(\vec{r}) \tag{17}$$

$$\hat{r} = \frac{\vec{r}}{|r|} = \frac{\vec{r}}{r} \tag{18}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

$$\vec{E}(\vec{r}) \equiv \vec{E}(x, y, z) = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\,\frac{Q}{|r|^2}\,\hat{r} \tag{19}$$

ΔΥΝΑΜΗΣ COULOMB

$$\vec{F}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q \cdot Q}{|r|^2}\,\hat{r} = q\,\vec{E}(\vec{r}) \tag{20}$$

$$\hat{r} = \frac{\vec{r}}{|r|} = \frac{\vec{r}}{r} \tag{21}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

$$U(r) \equiv U(x, y, z) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\,\frac{q \cdot Q}{r} \tag{22}$$

Σύστημα : Πεδίο
http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_field

$$\hat{r} = \frac{\vec{r}}{|r|} = \frac{\vec{r}}{r} \tag{23}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

$$\vec{E}(\vec{r}) \equiv \vec{E}(x, y, z) = \frac{\vec{F}_{on\ \ q}}{q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{Q}{r^2}\right)\hat{r} \tag{24}$$

ΣΗΜΕΙΑΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

$$\begin{aligned}\vec{E}(\vec{r}_1, \cdots, \vec{r}_N) = \sum_{i=1}^{N} \vec{E}_i &= \vec{E}_1 + \cdots + \vec{E}_N \\ &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{Q_i}{r_i^2}\right)\hat{r}_i. \end{aligned} \tag{25}$$

Σύστημα : Πεδίο
http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_field

ΣΥΝΕΧΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΩΝ

$$\rho = dQ/dV, \qquad dQ = \rho dV \tag{26}$$

$$\vec{E}(\vec{r}) = \int_V d\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int_V \frac{\rho}{r^2}\hat{r}dV = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int_V \frac{\rho}{r^3}\vec{r}dV \tag{27}$$

ΝΟΜΟΣ GAUSS ΓΙΑ ΣΥΝΕΧΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΡΤΙΩΝ

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}, \tag{28}$$

ΌΠΟΥ

$$\nabla = \left(\frac{\partial}{\partial x}\right)_{y,z}\hat{i} + \left(\frac{\partial}{\partial y}\right)_{z,x}\hat{j} + \left(\frac{\partial}{\partial z}\right)_{x,y}\hat{k}, \tag{29}$$

$$\vec{E} = E_x\hat{i} + E_y\hat{j} + E_z\hat{k}, \tag{30}$$

$$div(\vec{E}) = \nabla \cdot \vec{E} = \left(\frac{\partial E_x}{\partial x}\right)_{y,z} + \left(\frac{\partial E_y}{\partial y}\right)_{z,x} + \left(\frac{\partial E_z}{\partial z}\right)_{x,y}. \tag{31}$$

Ηλεκτροστατικό Πεδίο

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ (Βαθμωτό Πεδίο)

$$\Phi(\vec{r}) = \frac{U(\vec{r})}{q} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{1}{r}\right) \tag{32}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ (Διανυσματικό Πεδίο)

$$\vec{F}(\vec{r}) = -\nabla U(\vec{r}) = \frac{q\,Q}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{\hat{r}}{r^2}\right) \tag{33}$$

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ (Διανυσματικό Πεδίο)

$$\vec{E}(\vec{r}) = -\nabla \Phi(\vec{r}) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{\hat{r}}{r^2}\right) \tag{34}$$

ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

$$E = -\frac{\Delta\Phi}{d} \tag{35}$$

Ηλεκτροστατικό και Βαρυτικό Πεδίο

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ

$$\vec{F}(r) = q\left(\frac{Q}{4\pi\epsilon_0}\frac{\hat{r}}{r^2}\right) = q\,\vec{E}(r) \tag{36}$$

ΒΑΡΥΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ

$$\vec{F}(r) = m\left(-GM\frac{\hat{r}}{r^2}\right) = m\,\vec{g}(r) \tag{37}$$