ΣΤΟΥΣ ΕΠΟΜΕΝΟΥΣ ΤΡΕΙΣ ΠΙΝΑΚΕΣ ΘΑ ΒΡΕΙΤΕ

ΕΝΝΟΙΕΣ, ΟΡΙΣΜΟΥΣ, ΤΥΠΟΥΣ, και ΝΟΥΜΕΡΑ

ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΤΕΛΙΚΑ ΝΑ ΣΑΣ ΜΕΙΝΟΥΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΕΝΝΟΙΕΣ & ΟΡΙΣΜΟΙ

ΜΟΝΑΔΕΣ

ΜΗΚΟΣ, l
ΧΡΟΝΟΣ, t
ΜΑΖΑ, m

Κυκλική συχνότητα: $\omega \equiv 2\pi/t = 2\pi\nu$ ..... $[\omega] = 1/[t]$

Ταχύτητα: $\boldsymbol{\upsilon} \equiv d\boldsymbol{r}/dt$ ..... $[\upsilon] = [l]/[t]$

Επιτάχυνση: $\boldsymbol{a} \equiv d\boldsymbol{\upsilon}/dt$ ..... $[a] = [l]/[t]^2$

Γωνιακή επιτάχυνση: $\dot{\omega} \equiv d\omega/dt$ ..... $[\dot{\omega}] = [1]/[t]^2$

Πυκνότητα μάζας: $\rho_M \equiv dm/dV$ ..... $[\rho_M] = [m]/[l]^3$

Ορμή: $\boldsymbol{p} = m_r\boldsymbol{\upsilon}$ ..... $[p] = [m][l]/[t]$

Στροφορμή: $\boldsymbol{L} = \boldsymbol{r} \times \boldsymbol{p}$ ..... $[L] = [m][l]^2/[t]$

Δύναμη, $\boldsymbol{F}$ ..... $[F] = [E]/[l] = [m][l]/[t]^2$

Ενέργεια σωματίου: $E = E_o + E_K + E_\Delta$ ..... $[E] = [m][l]^2/[t]^2$

Ενέργεια ηρεμίας, $E_o = m_o\, c^2$

Κινητική ενέργεια, $E_K = \sqrt{m_o^2c^4 + c^2p^2} - m_oc^2 \rightarrow \begin{cases} p^2/2m_o\,, & cp \ll m_oc^2 \\ cp - m_oc^2, & m_oc^2 \ll cp \end{cases}$

Δυναμική ενέργεια, E_Δ

Έργο, $W = \int \boldsymbol{F} \cdot d\boldsymbol{\ell}$

Θερμότητα, Q

Θερμοκρασία, T : εμφανίζεται φυσικά ως k_BT ..... $[k_BT] = [E]$

→ Εντροπία $S = k_B \ell n\, \Delta\Gamma_N(U,V) = -k_B \sum_I P_I \ell n P_I$ ..... $[S] = [E]/[T] = [k_B]$

→ Χημικό δυναμικό $\mu = (\partial U/\partial N)_{S,V}$ ..... $[\mu] = [E]$

Πίεση $P = F/A = E/V$ ..... $[P] = [F]/[l]^2 = [E]/[l]^3$

Ροπή Δύναμης $\boldsymbol{M} \equiv \boldsymbol{r} \times \boldsymbol{F}$ ..... $[M] = [E]$

Ηλεκτρικό φορτίο, q ..... $\boxed{[q] = *}$

Πυκνότητα ηλεκτρικού φορτίου $\rho_q = dq/dV$ ..... $[q]/[l]^3$

Ηλεκτρικό ρεύμα $I = dq/dt$ ..... $[I] = [q]/[t]$

Πυκνότητα Ηλεκτρικού ρεύματος $\boldsymbol{j} = I/A$ ..... $[j] = [q]/[t][l]^2$

Ηλεκτρικό πεδίο $\boldsymbol{E} = \boldsymbol{F}_e/q$ ..... $[\boldsymbol{E}] = [E]/[l][q]$

ΗΕΔ, $= \oint \boldsymbol{E} \cdot d\boldsymbol{\ell}$ ..... $[\text{ΗΕΔ}] = [E]/[q]$

Μαγνητικό πεδίο $\boldsymbol{B} \equiv \boldsymbol{F}_m(c)/q\boldsymbol{\upsilon}$

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΕΝΝΟΙΕΣ & ΟΡΙΣΜΟΙ (Συνέχεια)

Ροή διανυσματικού πεδίου $\boldsymbol{A}$, $\Phi_A = \iint d\boldsymbol{S} \cdot \boldsymbol{A}$

Κυκλοφορία διανυσματικού πεδίου $\boldsymbol{A}$, $K = \oint d\boldsymbol{\ell} \cdot \boldsymbol{A}$

→ Πυκνότητα ροής του βαθμωτού μεγέθους Α: $\boldsymbol{j}_A = \rho_A \cdot \boldsymbol{v}_A$

<u>Παράγωγα μεγέθη</u>

Ροπή αδράνειας $I = \sum_i m_i \rho_i^2$ (τύποι για κυκλικό δακτύλιο και σφαιρικό φλοιό)

Θερμοχωρητικότητα $C = \dfrac{dQ}{dT}$

→ Μέτρα ελαστικότητας B, μ_s, $B = -V\left(\dfrac{\partial P}{\partial V}\right)$, $[B]=[P]$

Διπολική ροπή $\boldsymbol{p}_e$, $[p_e]=[q][\mathrm{l}]$

Ηλεκτρική αντίσταση, $R = V_e / I$, $[V_e]=[\mathrm{ΗΕΔ}]$

Ειδική ηλεκτρική αντίσταση, ρ_e: $R = \rho_e \mathrm{l} / A$, $\sigma_e = 1/\rho_e$, $[\rho_e]=[R][\mathrm{l}]$

Χωρητικότητα, $C_e = q / V_e$

Αυτεπαγωγή, $L_e = \Phi_B / I$, Φ_B ροή του $\boldsymbol{B}$

Διηλεκτρική συνάρτηση, ϵ

Μαγνητική διαπερατότητα, μ

→ Επιφανειακή τάση, σ, $[\sigma]=[\mathrm{E}]/[\mathrm{l}]^2$

→ Ιξώδες, η, $[\eta]=[P][t]$

Δείκτης διάθλασης, $n = \sqrt{\epsilon\mu}$, (G-CGS)

→ Πολωσιμότητα, $a = \boldsymbol{p}_e / \boldsymbol{E}$, $[a]=[\mathrm{l}]^3$, (G-CGS)

→ Επιδεκτικότητα, χ, $\epsilon = 1 + 4\pi\chi$, (G-CGS)

*Ξεκαθαρίστε τη σχέση των Συστημάτων SI και G-CGS για τα ηλεκτρομαγνητικά μεγέθη. Το SI έχει τις πιο οικείες μονάδες, ενώ το G-CGS έχει συνήθως πιο απλούς τύπους, γιατί, αντί των ϵ_o και μ_o στις εξισώσεις του Maxwell, χρησιμοποιεί την ταχύτητα του φωτός c.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: 22 ΒΑΣΙΚΟΙ ΝΟΜΟΙ

1. Διατήρηση στροφορμής $\boldsymbol{L}$, απομονωμένου συστήματος

$$\boldsymbol{L} = \sum_i \boldsymbol{r}_i \times \boldsymbol{p}_i = \boldsymbol{I\omega} \text{ και } I = \sum_i \Delta m_i \rho_i^2 = \int dV \rho_M \rho^2$$

2. Διατήρηση ορμής, $\boldsymbol{P}$, απομονωμένου συστήματος

$$\boldsymbol{P} = \sum_i \boldsymbol{p}_i, \text{ όπου } \boldsymbol{p}_i = m_i \boldsymbol{\upsilon}_i \text{ και } m_i = m_{oi} / \sqrt{1 - \left(\upsilon_i^2 / c^2\right)}$$

3. Διατήρηση ενέργειας, E, απομονωμένου συστήματος

$$E = E_o + E_K + E_\Delta,\ E_o + E_K = \sum_i \sqrt{m_{oi}^2 c^4 + c^2 p_i^2} = \sum_i m_i c^2$$

1ος νόμος: $dU = đQ - đW + đE_m$

4. Διατήρηση εσωτερικών χαρακτηριστικών (φορτίο, βαρυονικός αριθμός, λεπτονικοί αριθμοί κ.α.) parity, time reversal

5. Εντροπία και ο 2ος νόμος

$$S \equiv k_B \ln \Gamma_N (U, V, \ldots) \equiv -k_B \sum_I P_I \ln P_I$$

$$dS = đS_{\varepsilon\xi} + đS_{\varepsilon\sigma} \text{ (όταν } đE_m = 0\text{), όπου } đS_{\varepsilon\xi} = \frac{đQ}{T},$$

$$\boxed{đS_{\varepsilon\sigma} \geq 0 \text{ [2ος ΝΟΜΟΣ]}}$$

6. $đW = PdV$ κλπ, $đE_m = \mu dN$ και γενικεύσεις

7. $P_I = \dfrac{e^{-E_I/k_B T}}{Z},\ Z = \sum_I e^{-E_I/k_B T}$, **Σημαντικός τύπος**

8. $n_i = \dfrac{1}{e^{(\varepsilon_i - \mu)/k_B T} \pm 1}$, προϋποθέσεις ισχύος; **Σημαντικός τύπος**

$$G \equiv U + PV - TS \equiv H - TS,\ dG \leq -SdT + VdP + dE_m$$

9.

$$\left.\begin{aligned} & x' = x,\ y' = y \\ & z' = \gamma\left(z - \upsilon_o t\right),\ ct' = \gamma\left(ct - \upsilon_o z / c\right) \\ & \gamma = 1 / \sqrt{1 - \left(\upsilon_o / c\right)^2} \end{aligned}\right\} \text{ Lorentz}$$

10. $\boldsymbol{F}_m = -\dfrac{GmM}{r^2} \boldsymbol{r}_o$, ΓΘΣ και η ημι– Νευτώνεια εκδοχή της

11. $\boldsymbol{F}_{HM} = q\left(\boldsymbol{E} + \boldsymbol{\upsilon} \times \boldsymbol{B}\right)$, SI

12. Εξισώσεις Maxwell

$$\left.\begin{aligned} & \Phi_E = \frac{1}{\epsilon_o} Q && \Leftrightarrow \boldsymbol{\nabla} \cdot \boldsymbol{E} = \frac{1}{\epsilon_o} \rho_e \\ & K_E = -\frac{\partial \Phi_B}{\partial t} && \Leftrightarrow \boldsymbol{\nabla} \times \boldsymbol{E} = -\frac{\partial \boldsymbol{B}}{\partial t} \\ & \Phi_B = 0 && \Leftrightarrow \boldsymbol{\nabla} \cdot \boldsymbol{B} = 0 \\ & K_B = \mu_o I + \mu_o \epsilon_o \frac{\partial \Phi_E}{\partial t} && \Leftrightarrow \boldsymbol{\nabla} \times \boldsymbol{B} = \mu_o \boldsymbol{j} + \mu_o \epsilon_o \frac{\partial \boldsymbol{E}}{\partial t} \end{aligned}\right\} \text{(SI)}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: 22 ΒΑΣΙΚΟΙ ΝΟΜΟΙ (συνέχεια)

13. $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_o \mu_o}}$, $\boldsymbol{S} = \frac{1}{\mu_o}\boldsymbol{E}\times\boldsymbol{B}$, $u = \frac{1}{2}\epsilon_o \boldsymbol{E}^2 + \frac{1}{2\mu_o}\boldsymbol{B}^2$, $\boldsymbol{p} = \epsilon_o\, \boldsymbol{E}\times\boldsymbol{B} = \frac{\boldsymbol{S}}{c^2}$

14. $U = \int u\, dV = n\hbar\omega$, $\boldsymbol{P} = \int \boldsymbol{p}\, dV = n\hbar\boldsymbol{k}$, $L = \frac{U}{\omega} = n\hbar$

15. $\frac{d\boldsymbol{p}}{dt} = \boldsymbol{F}$ (μη κβαντικός) , $\frac{d\boldsymbol{L}}{dt} = \boldsymbol{M}$

16. $\varepsilon = \hbar\omega$, $\boldsymbol{p} = \hbar\boldsymbol{k}$, $|\boldsymbol{k}| = \frac{2\pi}{\lambda}$

17. $-\frac{\hbar^2}{2m}\left(\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial z^2}\right) + V(\boldsymbol{r})\psi = i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t}$ (κβαντικός)

18. $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$

19. $\varepsilon_K \geq \sqrt{m_o^2 c^4 + 9{,}12\frac{\hbar^2 c^2}{V^{2/3}}} - m_o c^2 \underset{c\to\infty}{\longrightarrow} 4{,}56\frac{\hbar^2}{m_o V^{2/3}} \underset{m_o c^2 \ll cp}{\longrightarrow} 3\hbar c / V^{1/3}$

20. Απαγορευτική αρχή του Pauli (για όμοια σωμάτια με ημιακέραιο σπιν)

21. $E_K \geq 2{,}87 N\frac{\hbar^2}{m}\left(\frac{N}{V}\right)^{2/3}$ ή $E_K \geq 2{,}32 c\hbar\frac{N^{4/3}}{V^{1/3}}$ για $m_o c^2 \ll cp$

22. $\delta E = c_1\hbar^2 / mV^{2/3}$: σύγκριση του δE με $k_B T$ ή $\hbar\omega$

Αριθμός μονοσωματιδιακών καταστάσεων: $\frac{VV_{\boldsymbol{k}}}{(2\pi)^3}$, όπου $V_{\boldsymbol{k}}$ είναι ο όγκος στο χώρο των $\boldsymbol{k}$.

Και ο μακρόκοσμος είναι κβαντικός

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: ΝΟΥΜΕΡΑ ΝΑ ΘΥΜΟΣΑΣΤΕ

Ταχύτητα φωτός, $c \approx 3\times10^{8}\,\mathrm{m/s}$
Μάζα ηλεκτρονίου, $m_e c^2 \approx 0,511\,\mathrm{MeV}$
Μάζα πρωτονίου, $m_p \approx 1836,15\, m_e$
Μάζα νετρονίου, $m_n \approx 1838,68\, m_e$
Μάζα m_u (1/12 άνθρακα-12), $m_u \approx 1822,89\, m_e$
Επιτάχυνση βαρύτητας στη Γη, $g \approx 9,81\,\mathrm{m/s^2}$
Σταθερά του Avogadro, $N_A \approx 6\times10^{23}$
Σταθερά λεπτής υφής, $\alpha \equiv e^2/\hbar c = \hbar/m_e a_B c = v_o/c \approx 1/137$
Σταθερά τελείων αερίων, $R \equiv N_A k_B \approx 8,312\,\mathrm{J/K}$
Ακτίνα του Bohr, $a_B \equiv \hbar^2/m_e e^2 \approx 0,53\text{Å}$
Ατομική μονάδα ενέργειας, $E_o \equiv e^2/a_B = \hbar^2/m_e a_B^2 \approx 27,2\ \mathrm{eV}$
Ατομική μονάδα χρόνου, $\hbar/E_o \approx 2,42\times10^{-17} s$
$290^{\circ}\mathrm{K} \Leftrightarrow (1/40)\,\mathrm{eV},\quad 273^{\circ}\mathrm{K} = 0^{\circ}\mathrm{C}$
Ατομική μονάδα πίεσης, $P_0 \equiv E_0 / a_B^3 \approx 294\,\mathrm{Mbar}$
Αδιάστατες εντάσεις βασικών αλληλεπιδράσεων
- Βαρυτική, $Gm_p^2/\hbar c \approx 5,9\times10^{-39}$
- Ηλεκτρομαγνητική, $e^2/\hbar c = \alpha \approx 1/137$
- Ασθενής, $\alpha_w \approx 10^{-5}$
- Ισχυρή, $\alpha_s \approx 1$

Περιφέρεια της Γης, $\Pi \approx 4\times10^{7}\,\mathrm{m}$
Δυναμική ενέργεια ζεύγους νουκλεονίων, $\varepsilon \approx 11,4\,\mathrm{MeV}$
Μάζα του Ήλιου $M_H \approx 1,99\times10^{30}\,\mathrm{kg}$
Μάζα της Γης $M_\Gamma = 5,97\times10^{24}\,\mathrm{kg}$
$N_A m_u = 1\,\mathrm{g}$
$1\,\mathrm{eV}$ / άτομο $\approx 96,48\,\mathrm{kJ/mol} = 23,06\,\mathrm{kcal/mol}$
$1\mathrm{eV} \leftrightarrow 12400\text{Å} \leftrightarrow 8065 cm^{-1} \leftrightarrow 2,42\times10^{14}\mathrm{Hz} \leftrightarrow 1,78\times10^{-36}\mathrm{kg}$