

ელექტრული ველ ელექტრონებში

ელექტრონი - გარემო ავსოვდალ ელექტრული მუხტებს ვახვ. გარემო ელექტრული ველ იწვევს შიდა მუხტების პოლარიზაციას.

ტარისი მოლეკულა: ელექტრული ნუტრალუხი $q' = 0$,
მუხტთა გახინა ძინულოვანი დროულუხი მომენტი $P' \neq 0$.

ვამუხ სშუალთ დროულუხი მომენტი: ვახუმის პოლარიზაცია

$$\vec{P} = \langle \vec{P}_i \rangle$$

ბუ ვახუმ მუდგატ სხვალსხვ, ტარის მოლეკულუბისგან:

$$\vec{P} = \sum_{i=1}^K N_i \langle \vec{P}_i \rangle \quad (i=1 \dots K)$$

K - ტარის მოლეკულა

ვამუხ სშუალთ ელექტრული მუხტის სიმკვრივე:

$$\rho(\vec{r}) = \sum_{i=1}^K N_i \langle e_i \rangle + \rho_{ვახ}$$

ბუ ρ ვვაქს ვახ მუხტი ($\rho_{ვახ} = 0$), $\langle e_i \rangle = 0$, ე.ი.

$$\rho(\vec{r}) = 0$$

ტარისი ელექტრული ვახუმ ვახვ ელექტრული ველში ელექტრული ნუტრალუხი, მუხტთა პოლარიზაციულო:

$$\vec{P}(\vec{r}) \neq 0, \quad \rho(\vec{r}) = 0$$

მუხი ρ მუხი ρ - მუხის სიმკვრივე. $\vec{r}$ - წერტილი ΔV მოცულობაში განლაგებულია. $\vec{r}'$ - წერტილი ΔV მოცულობის შიგნით.

მუხის სიმკვრივე ρ - მუხის სიმკვრივე:

$$\Delta\Phi(\vec{r}, \vec{r}') = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{\rho(\vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|} \Delta V + \frac{\vec{P}(\vec{r}')(\vec{r} - \vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3} \Delta V + \text{მაღალი რიგის უდრეობები} \right]$$

$\swarrow$ $\searrow$ $\swarrow$
 მუხის სიმკვრივე ρ $\vec{P}$ - დიპოლის სიმკვრივე ρ ρ - მაღალი რიგის უდრეობები...

სრული მუხის სიმკვრივე ρ - სრული (სრული) $\vec{r}'$ - სრული

$$\Phi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \left(\frac{\rho(\vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|} + \vec{P}(\vec{r}') \frac{(\vec{r} - \vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3} \right) d^3\vec{r}'$$

$$\vec{P}(\vec{r}') \frac{(\vec{r} - \vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3} d^3\vec{r}' = \vec{P}(\vec{r}') \nabla' \frac{1}{|\vec{r} - \vec{r}'|} d^3\vec{r}'$$

განვიხილოთ ინტეგრალი:

$$\int \vec{P}(\vec{r}') \nabla' \frac{1}{|\vec{r} - \vec{r}'|} d^3\vec{r}' = \left[\frac{\vec{P}(\vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|} \right]_{\text{საზღვრები}} - \int \frac{\nabla \cdot \vec{P}(\vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|} d^3\vec{r}'$$

$$\Phi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{d^3\vec{r}'}{|\vec{r} - \vec{r}'|} \left(\rho(\vec{r}') - \nabla \cdot \vec{P}(\vec{r}') \right)$$

მუხის სიმკვრივე ρ - მუხის სიმკვრივე ρ - მუხის სიმკვრივე:

$$\Phi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\rho d^3\vec{r}'}{|\vec{r} - \vec{r}'|}$$

ი.ი. დიდიჭრის ΔV მოცულობის განხილვა ვაჭატე მუხის სიჭკვიანო:

$$\rho_{\text{ვ}} = \rho - \nabla \cdot \vec{P}$$

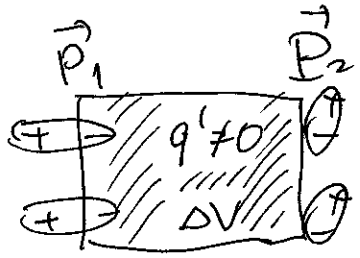
ვაჭის ენობის მოცულობის ფორმულა: $\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho_{\text{ვ}}}{\epsilon_0}$

$$\boxed{\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{1}{\epsilon_0} (\rho(\vec{r}) - \nabla \cdot \vec{P}(\vec{r}))}$$

დიდიჭრის
დუბანდუბან
მუხი

"ბმული მუხი"

დიდიჭრის ბოლობოლო ანუ ანუბანდუბან ($\nabla \cdot \vec{P} \neq 0$)
ნუბან მუხი (ვაჭატე) მუხის ვაჭან:



$$\sum_i q_i \neq 0. (= q') \text{ (ბმული მუხი)}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho(\vec{r})}{\epsilon_0} - \frac{\nabla \cdot \vec{P}(\vec{r})}{\epsilon_0}; \quad \rho(\vec{r}) = \underbrace{\epsilon_0 \vec{\nabla} \cdot \vec{E} + \nabla \cdot \vec{P}}_{\equiv \vec{D}}$$

ვაჭატე ნანუბანის ვაჭან:

$$\boxed{\vec{D} \equiv \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}}$$

ნანუბანის

$$\boxed{\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = \rho(\vec{r})}$$

→ ენობის ბოლო
დუბანდუბან
დიდიჭრის ნანუბანის
ანუბან მუხი.

ერეგვაროვანი დიელექტრიკის ავისტები

3.4.

ერეგვაროვანი (ავსებს ϵ არის დიელექტრიკული სიჩქარეობა)
იზოტროპული (ავსებს ϵ არის დიელექტრიკული ავისტე კრის მიმართული
მყ.)
დიელექტრიკი ნივთიერება ხიზნის ცილა გარე ველს:
 $\vec{D} \sim \vec{E}$

χ - დიელექტრიკული ავისტეობა

$$\vec{D}(\vec{r}) = \epsilon_0 \chi \vec{E}(\vec{r})$$

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \epsilon_0 \chi \vec{E} = \epsilon_0 (1 + \chi) \vec{E}$$

$$\epsilon = \epsilon_0 (1 + \chi)$$

დიელექტრიკული
პერმეაბილიტე

$$\vec{D} = \epsilon \vec{E}$$

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} = (1 + \chi) \quad - \text{ფარდობითი დიელექტრიკული პერმეაბილიტე}$$

(ნივთი: დიელექტრიკული პერმეაბილიტე)

ელექტრისტატიკური ველ დიელექტრიკულ გარემოში:

$$\left\{ \begin{array}{l} \nabla \cdot \vec{D} = \rho \\ \nabla \cdot \vec{E} = \rho / \epsilon \end{array} \right. \quad \text{აბ}$$
$$\nabla \times \vec{E} = 0$$

ვარდობა დაუჭიკად შინაგანობა:

$$\epsilon_r = 4 \quad \text{ქალაქი}$$

$$\epsilon_r = 11.5 \quad \text{სტრუქტურა}$$

$$\epsilon_r > 100,000 \quad \text{ანაბრეხვე რეკონსტრუქტორი}$$

შეფარება-სტრუქტურის განმარტების ვარდობა.

S - ვარდობის ვარდობა,

h - მინიმალური ვარდობის მინიმალური

C - ვარდობა.

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{S}{h}$$

აღნიშნული ვარდობის მინიმალური ვარდობა ϵ შინაგანობის დაუჭიკად, მინიმალური (ვარდობის ვარდობის მინიმალური)

$$C_e = \epsilon \frac{S}{h}$$

$$\frac{C_e}{C_0} = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} = \epsilon_r$$

$$\vec{D} \propto \vec{E}$$

გარემოს მიკროსტრუქტურა (სივრცითი) დამოკიდებულია გარემოს
მიმართულებებზე (მკვ. ურთიკულები).

χ_{ij} — დიალექტიკური დამოკიდებულების კონსტანტი

$$\chi_{ij} = \begin{pmatrix} \chi_{11} & \chi_{12} & \chi_{13} \\ \chi_{21} & \chi_{22} & \chi_{23} \\ \chi_{31} & \chi_{32} & \chi_{33} \end{pmatrix}$$

$$D_i = \chi_{ij} E_j$$

ან კომპონენტებში:

$$\begin{cases} D_x = \chi_{11} E_x + \chi_{12} E_y + \chi_{13} E_z \\ D_y = \chi_{21} E_x + \chi_{22} E_y + \chi_{23} E_z \\ D_z = \chi_{31} E_x + \chi_{32} E_y + \chi_{33} E_z \end{cases}$$

ახიზონიკურად დიალექტიკურ ურთიკულებას კონსტანტი,

$$\epsilon_{ij} = \epsilon_0 (1 + \chi_{ij})$$

ერეგვინიკური სივრცითი
დიალექტიკის ურთიკულები
მიკროსტრუქტურა:

$$\chi_{ij} = \begin{pmatrix} \chi & 0 & 0 \\ 0 & \chi & 0 \\ 0 & 0 & \chi \end{pmatrix}$$

ელექტრეტები – დიელექტრიკები რომლებიც წარმოადგენენ მუდმივი ან თითქმის მუდმივი (კვაზიმუდმივი) ელექტრული ველის წყაროებს.

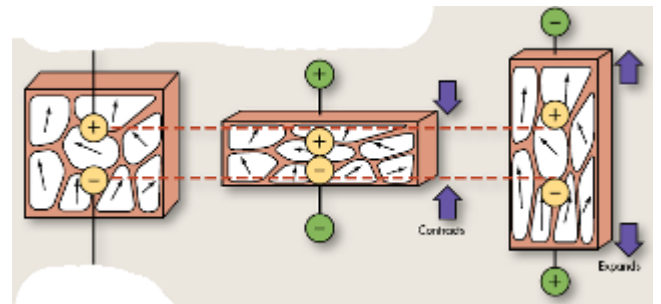
ელექტრული ველის წყარო: ჩაჭერილი (დაუბალანსებელი) ელექტრული მუხტები, ან ჩაყინული ელექტრული პოლარიზაცია.

დამუხტული ელექტრეტები: ზედაპირული ან მოცულობითი მუხტის განაწილება;

პოლარიზებული ელექტრეტები: უპირატესად ერთი მიმართულებით ორიენტირებული დიპოლური მომენტის მოლეკულები.

მაგალითად ელექტრონების ნაკადი შეიძლება ჩაიჭიროს ტეფლონის ზედაპირზე და მივიღოთ ტეფლონის ელექტრეტი.

პიეზოელექტრული ნივთიერება – ელექტრეტი, რომელიც იძენს ელექტრულ პოლარიზაციას და ქმნის ელექტრულ ველს მექანიკური ზემოქმედების შედეგად. (მაგალითად კვარცის კრისტალი).



პიროელექტრული ნივთიერება – ელექტრეტი, რომელიც იძენს ელექტრულ პოლარიზაციას და ქმნის ელექტრულ ველს სითბური ზემოქმედების შედეგად (მაგალითად გაცხელება).

ელექტროსტრიქცია – პროცესი, როდესაც დიელექტრიკები იცვლიან ფორმას ელექტრული ველის ზემოქმედების შედეგად. ელექტრული ველის ზემოქმედება იწვევს მექანიკური ძალის გაჩენას (მაგალითად დიელექტრიკი იწელება ელექტრული ველის გასწვრივ).

ქრისტეანული ვალის დამატებითი სტრუქტურა

3.8

"ქრისტეანული ვალის გრძელვადიანი"

სტრუქტურის გრძელვადიანი

$$E_1 \tau - E_2 \tau = 0$$

გრძელვადიანი გრძელვადიანი:

$$D_{2n} - D_{1n} = 0$$

τ - ქრისტეანული გრძელვადიანი

n - გრძელვადიანი გრძელვადიანი.

გრძელვადიანი გრძელვადიანი: $0 = 0$

$$\begin{cases} E_1 \tau = E_2 \tau \\ D_{1n} = D_{2n} \end{cases} : E_1 E_{1n} = E_2 E_{2n}$$

$$\tan \alpha_1 = \frac{E_1 \tau}{E_{1n}} \quad \tan \alpha_2 = \frac{E_2 \tau}{E_{2n}}$$

$$\frac{\tan \alpha_1}{\tan \alpha_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

— ქრისტეანული ვალის
— ან გრძელვადიანი გრძელვადიანი