

# Fyzika – prednášky

## I.

### I.a Obsah a význam fyziky.

Fyzika bola pôvodne vedou o prírode, teda zahŕňala všetky prírodné vedy, ktoré sa z nej v priebehu storočí postupne oddeľovali. V dnešnej dobe nie je možné jednoznačne stanoviť hranice medzi fyzikou a ostatnými vedami. Stručne možno povedať, že fyzika skúma najvšeobecnejšie vlastnosti a prejavy hmoty. Vychádza z pozorovania a pokusov, študuje všeobecné vlastnosti látok a polí, indukciou dospieva k všeobecným kvantitatívnym zákonom a uvádza ich do logickej súvislosti tak, aby z nej deduktívne vyplývali pozorované javy. Jediným overením správnosti každej fyzikálnej (vedeckej) „poučky“ je súhlas so skutočnosťou, ktorý zisťujeme na základe vlastnej skúsenosti (pozorovaním alebo pokusom). Hlavným zdrojom fyzikálneho poznania je teda pozorovanie a to jednak prírodných dejov alebo dejov pripravených umelo, čiže pokusov.

Jedným z cieľov fyziky je naučiť človeka myslieť tak, aby dokázal určovať priebeh budúcich (prípadne i minulých) dejov a zasahovať do týchto dejov tak, ako si napríklad vyžadujú potreby praxe. Fyziku je možné v súčasnej dobe deliť (z dôvodu „systematizácie“) podľa niekoľkých kritérií, napr.:

#### **1. podľa metódy skúmania:**

- teoretická fyzika: formuluje všeobecné zákony a princípy a vytvára predstavy, z ktorých deduktívnym spôsobom logicky a matematicky vyvodzuje známe i nové poznatky,
- experimentálna fyzika: vychádza z pokusov, z ktorých indukciou dochádza k všeobecným empirickým zákonom a vzťahom a overuje predpoklady a predstavy teoretickej fyziky,
- praktická fyzika: zaoberá sa praktickým i teoretickým štúdiom meracích metód, ktoré zdokonaľuje a spresňuje.

#### **2. podľa účelu, ktorý svojim skúmaním sleduje:**

- čistá fyzika: prevádza základný výskum v rôznych fyzikálnych oboroch,

- aplikovaná fyzika: napr. geofyzika, astrofyzika, lekárska fyzika, technická fyzika...

### 3. podľa odboru:

- mechanika, elektrostatika, elektrodynamika, jadrová fyzika,...

Postup fyzikálneho bádania sa teda dá stručne vyjadriť takto: pozorovanie, popis a výklad fyzikálnych dejov. (Fyzikálny dej prebieha na materiálnych objektoch a vzniká pôsobením materiálnych objektov, v ktorých má tiež svoju príčinu). Je dôležité si uvedomiť, že poznatky získané experimentálne je potrebné spájať do teoretického zákona a naopak, dôsledky teórií je nutné overovať experimentálne.

#### I.b Fyzikálne veličiny.

Pri pozorovaní určitého javu sa neuspokojujeme len so samotným zistením konkrétneho poznatku (napr. „zohrievaním kovy zväčšujú svoje rozmery“), ale snažíme sa o kvantitatívne vyjadrenie: napr. ako a o koľko sa zväčší dĺžka kovovej tyče, ak sa zmení teplota o určitý počet stupňov. Z toho dôvodu sa zaviedol termín **fyzikálna veličina**, ktorý sa jednoznačne viaže k určitej fyzikálnej vlastnosti materiálneho objektu. Na základe merania dokážeme fyzikálnu veličinu vyjadriť vo vhodne zvolených jednotkách. Podľa Maxwella je fyzikálna veličina rovná súčinu číselnej hodnoty (veľkosti) veličiny a jednotky (rozmeru):

$$X = \{X\} \cdot [X] . \quad (1)$$

Hodnota  $X$  každej veličiny je podľa (1) určená dvomi činiteľmi, ktorými je určená kvalita i kvantita. Kvalita veličiny je určená rozmerom jej jednotky  $[X]$  a kvantita je určená jej veľkosťou  $\{X\}$  v jednotkách  $[X]$ .

Kvantitatívne fyzikálne zákony sa vyjadrujú **fyzikálnymi rovnicami**, t.j. vzťahmi medzi fyzikálnymi veličinami určujúcimi vlastnosti objektov. Pretože navzájom rovné si môžu byť len hodnoty veličín rovnakého druhu, musia byť kvalitatívne činitele na oboch stranách rovnice rovnaké.

Každý fyzikálnej veličine môžeme priradiť určitú veľkosť danú počtom jednotiek obsiahnutých v istej kvantite, čiže každú fyzikálnu veličinu možno merať. Meraním fyzikálnej veličiny rozumieme určenie jej veľkosti v daných jednotkách. Fyzikálne veličiny je možné merať v ľubovoľných jednotkách, volia sa však čo najúčelnejšie, aby výsledky meraní získané rôznymi pracovníkmi na rôznych miestach a v rôznych dobách bolo možné porovnávať a kontrolovať. Preto sa fyzikálne veličiny merajú v jednotkách stanovených presne

a jednoznačne a to tak, aby ich „nepremennosť“ bola zaručená. Dá sa to dosiahnuť napríklad tak, že sa udá experimentálny predpis, ktorý stanoví postup, akým sa jednotka experimentálne realizuje alebo sa jednoducho zvolí za jednotku veličina, ktorú vykazuje určité jediné teleso a ktorá sa nazve **prvotná jednotka** alebo **prototyp** zvolenej jednotky. Všetky merania príslušnej veličiny sa potom porovnávajú, pokiaľ možno, s presnými kópiami prototypu, ktorého stabilita musí byť zaručená v dostatočnej miere.

Rôzne fyzikálne veličiny sú medzi sebou zviazané fyzikálnymi zákonmi, ktoré sú zas vyjadrené fyzikálnymi rovnicami. Určité vyjadrenie fyzikálnych vzťahov sa dá dosiahnuť len určitou voľbou fyzikálnych jednotiek. Voľba jednotiek tak umožňuje dosiahnuť čo najjednoduchšie vyjadrenie fyzikálnych vzťahov. Ak sa uváži, že vo fyzike je viac rôznych druhov veličín ako vzťahov medzi nimi, ukazuje sa rozumným zaviesť jednotky tzv. **základné** t.j. nezávislé, z ktorých vychádzame pri definícii všetkých ďalších jednotiek, ktoré nazývame **odvodené jednotky**. Všetky základné a z nich odvodené jednotky tvoria **sústavu jednotiek**.

### I.c Medzinárodná sústava jednotiek SI (Système International d'Unités).

#### 1. Základné jednotky

| <b>Veličina</b>  | <b>jednotka</b> | <b>značka</b> |
|------------------|-----------------|---------------|
| Dĺžka            | meter           | m             |
| Hmotnosť         | kilogram        | kg            |
| Čas              | sekunda         | s             |
| El. prúd         | ampér           | A             |
| Teplota          | kelvin          | K             |
| Látkové množstvo | mol             | mol           |
| Svietivosť       | kandela         | cd            |

#### 2. Doplnkové jednotky

- radián – jednotka rovinného uhla
- steradián – jednotka priestorového uhla

#### 3. Odvodené jednotky

Vyplývajú zo základných jednotiek. Patria sem napr. hertz, newton, pascal, joule, coulomb, volt, ohm, siemens, farad, henry, weber, tesla, lumen, becquerel, gray...)

#### 4. Vedľajšie jednotky

Nepatria do sústavy SI, ale z praktických dôvodov je povolené ich trvalo používať.

| <b>Veličina</b>    | <b>názov</b>          | <b>značka</b> |
|--------------------|-----------------------|---------------|
| Čas                | minúta                | min           |
|                    | Hodina                | h             |
|                    | Deň                   | d             |
| Rovinný uhol       | stupeň                | °             |
|                    | Minúta                | '             |
|                    | Sekunda               | ''            |
| Objem              | liter                 | l             |
| Hmotnosť           | tona                  | t             |
| Teplota            | Celsiov stupeň        | °C            |
| Energia            | elektronvolt          | eV            |
| Atómová hm. konšt. | Atóm. hm. jednotka    | u             |
| Dĺžka              | astronomická jednotka |               |
|                    | Parsek                | pc            |

## II.

### II.a Matematika vo fyzike.

Matematika je dôležitým nástrojom fyziky. Matematický postup je nutnou požiadavkou exaktnosti fyziky, pretože bez matematiky by fyzika nemohla formulovať kvantitatívne zákony a odvodzovať z nich konkrétne číselné výsledky.

### II.b Základy vektorového počtu.

#### **Skalár**

Skalárom nazývame takú veličinu, ktorá nezávisí na voľbe súradnicovej sústavy. (teplota, hydrostatický tlak, hustota náboja, hustota hmotnosti...).

## Vektor

Vektorom nazývame trojicu veličín  $A_1, A_2, A_3$  (zložky vektora), ktorý sa pri transformácii súradníc  $x'_i = c_{ij}x_j$  transformuje rovnako ako súradnice, t.j.  $A'_i = c_{ij}A_j$  (polohový vektor, rýchlosť zrýchlenie, sila, hybnosť, intenzita elektrického poľa...). (Pozn. rozlišujeme tzv. polárny a axiálny vektor).

## Tenzor

Vo fyzike sa často stretávame s veličinami, ktoré sú tvorené súčinom súradníc ( $x_i x_j$ ) alebo všeobecne súčinom zložiek vektorov ( $A_i B_j, A_i B_j C_k, \dots$ ). Aby sme mohli porovnať tieto veličiny v rôznych sústavách, potrebujeme poznať ich transformačné vlastnosti.

Nech  $T_{ij} = A_i B_j$  je súčinom zložiek dvoch vektorov  $A_i$  a  $B_j$ . (napr. moment sily  $x_i F_j$ , moment hybnosti  $x_i p_j, \dots$ ).

V transformovanej sústave bude  $T'_{ij} = A'_i B'_j$ . Úlohou je nájsť transformačný zákon.

Podľa predchádzajúceho (pri definícii vektora) platí:  $A'_i = c_{ik} A_k$  a  $B'_j = c_{jl} B_l$ .

Potom pre transformovanú veličinu dostávame vzťah:

$$T'_{ij} = A'_i B'_j = c_{ik} c_{jl} A_k B_l = c_{ik} c_{jl} T_{kl}$$

Tensorom druhého rádu nazývame súbor veličín  $T_{ij}$ , ktoré sa pri transformácii súradníc  $x'_i = c_{ik} x_k$  transformujú podľa zákona  $T'_{ij} = c_{ik} c_{jl} T_{kl}$ . Tenzory vyšších rádov sa definujú podobne. Niektoré vlastnosti:

- Pre symetrické tenzory platí:  $T_{ij} = T_{ji}$  ( $i, j = 1, 2, 3$ ).
- Pre antisymetrické tenzory platí:  $T_{ji} = -T_{ij}$  ( $i, j = 1, 2, 3$ ).

Je teda vidieť, že ak máme veličinu považovať za tenzor, musí vyhovovať určitým transformačným pravidlám.

Množstvo fyzikálnych javov v pevných látkach možno opísať s dostatočnou presnosťou pomocou lineárnych závislostí tenzorového typu  $M = T * N$ . Tenzory  $M$  a  $N$  opisujú fyzikálne polia (tepelné, silové elektrické, magnetické, elastického napätia alebo deformácie apod.). Tensor  $T$  opisuje príslušnú fyzikálnu vlastnosť, ktorá spočíva v tom, že pevná látka na vnútenú hodnotu  $N$  odpovedá odozvou  $M$ . Matematika tenzorov je zvlášť užitočná pri popise tých vlastností látok, ktoré závisia na smere.