

## Definice akce

[Hamiltonův variační princip](#) vychází z následujícího tvrzení:

**POHYB SOUSTAVY HMOTNÝCH BODŮ V ČASOVÉM INTERVALU  $\langle t_1, t_2 \rangle$  SE DĚJE TAK, ŽE PLATÍ**

$$\delta S = 0, \quad (130)$$

**KDE  $S$  JE TZV. FUNKCIONÁL ČASU DEFINOVANÝ VZTAHEM**

$$S = \int_{t_1}^{t_2} L dt = \int_{t_1}^{t_2} L(q^j(t), \dot{q}^j(t), t) dt \quad (131)$$

**PRO  $j=1, 2, \dots, n$  (KDE  $n$  JE POČET STUPŇŮ VOLNOSTI DANÉ SOUSTAVY).  $L$  JE PŘITOM LAGRANGEOVA FUNKCE POPISUJÍCÍ DANOU SOUSTAVU.**

Ve vztahu (131) symbol  $\dot{q}^j(t)$  znamená časovou derivace  $j$ -té [zobecněné souřadnice](#), tj.  $\dot{q}^j(t) = \frac{dq^j(t)}{dt}$ .

Dále je nutné si uvědomit, že do vztahu (131) se dosazuje konkrétní průběh jedné [trajektorie](#), čímž se převede langrangeova funkce  $L$ , která obecně závisí na časovém průběhu zobecněné souřadnice  $q^j(t)$ , na časovém průběhu [zobecněné rychlosti](#)  $\dot{q}^j(t)$  a na čase, na funkci jedné proměnné - času.

Tedy místo  $L(q^j(t), \dot{q}^j(t), t)$  po dosazení konkrétní trajektorie, tj. průběhu  $q^j(t)$ , získáme  $L(t)$ .

$S$  je tzv. funkcionál, tedy jakési zobrazení přiřazující dané hladké funkci reálné číslo.

Do výpočtu tedy vstupuje průběh závislosti polohy na čase popisující trajektorii (tj. funkce  $q^j(t)$ ) a výsledkem je číslo uložené v proměnné  $S$ .

Význam vztahu (130) je nutno chápat takto:

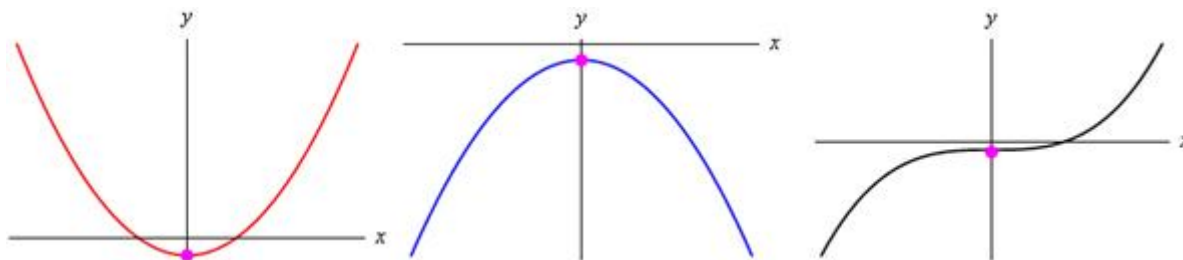
1. Variace akce je nulová.

Variace („změna“) je označena symbolem  $\delta$ , akce je pak označena symbolem  $S$ .

2. Skutečná trajektorie, po níž se soustava pohybuje a jejíž tvar hledáme, je taková, že akce  $S$  pro tuto trajektorii nabývá stacionární hodnotu. To znamená, že první derivace  $S$  je nulová. Této hodnotě první derivace odpovídá buď extrém (lokální minimum nebo lokální maximum) a nebo inflexní bod (viz obr. 51).

Různým trajektoriím (různým funkcím  $q^j(t)$ ) jsou přiřazeny různé hodnoty  $S$ . Z těchto různých (hypotetických) trajektorií vybíráme tu skutečnou trajektorii, která má extrémální hodnotu proměnné  $S$ .

Pro [variační princip](#) a z něj plynoucí výpočty je důležité, aby se průběh studované [veličiny](#) (akce  $S$ ) na „chvilku zastavil“ - to se v ve všech případech zobrazených na obr. 51 skutečně stane.



Obr. 51

Reálné děje v přírodě se tedy vyvíjejí tak, že mají stacionární hodnoty akcí.

Příroda tedy vybírá takové stavy, které jsou: nejmenší, největší nebo podobné ostatním (tomuto stavu odpovídá inflexní bod).

Trajektorie, které nalezneme pomocí variačního principu, jsou přitom ty, které vyplývají z Lagrangeových rovnic (47) nebo z [Newtonových](#) rovnic.

Je zajímavé si všimnout [jednotky](#) akce  $S$ :  $[S] = J.s$ . Stejnou jednotku přitom má i [Planckova konstanta](#)  $h$ . To není náhoda - pro Feynmanovský popis [kvantové fyziky](#) je důležitá veličina  $\frac{S}{h}$  odpovídající jakési fázi, pro kterou tak platí  $\left[ \frac{S}{h} \right] = 1$ .

Právě definovaný přístup k řešení úloh není omezen jen na [mechaniku](#). Tento princip lze aplikovat i na řešení úloh z [elektromagnetického pole](#), z části kvantové fyziky a další polní teorie ( [obecná teorie relativity](#) jako teorie [gravitace](#), popis chování [bosonů](#), popis chování [fermionů](#), ...). Základní princip popisu a hledání řešení zůstává stejný, mění se konkrétní veličina, pomocí níž je akce definována.

---

© **Encyklopedie Fyziky** (<http://fyzika.jreichl.com>); **Jaroslav Reichl, Martin Všeticka**

Licence <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/> zakazuje úpravy a komerční distribuci.