

Příklady z Fyziky plazmatu

6 Interakce částic v plazmatu

6.1 Příklad (1b.)

Nechť je známa velikost vzájemné rychlosti g a úhel rozptylu χ v souřadné soustavě spojené s těžištěm. Vyjádřete velikost změny rychlosti molekuly A $|\Delta v_i^A|$ při srážce s molekulou B. Napište složky Δv_i^A v těžišťové soustavě souřadnic.

6.2 Příklad (3b.)

Uvažujte srážku mezi molekulami A a B, kdy molekula B byla původně v klidu. Úhel odchýlení (v systému spojeném s těžištěm) je χ .

(a) V laboratorním systému souřadnic (spojen s pozorovatelem v klidu) ukažte, že úhel χ_L udávající úhel, o který je molekula A odchýlena při pozorování pozorovatelem v klidu, je dán vztahem

$$\tan \chi_L = \frac{\sin \chi}{\cos \chi + m_A/m_B} .$$

(b) Ukažte, že vztah mezi diferenciálním účinným průřezem v laboratorním systému souřadnic $\sigma_L(\chi_L)$ a v souřadné soustavě spojené s těžištěm $\sigma(\chi)$ je

$$\sigma_L(\chi_L) = \sigma(\chi) \frac{[1 + 2(m_A/m_B) \cos \chi + (m_A/m_B)^2]^{3/2}}{1 + (m_A/m_B) \cos \chi} .$$

Všimněte si, že když je $m_B = \infty$, dostaneme $\chi_L = \chi$ a $\sigma_L(\chi_L) = \sigma(\chi)$.

(c) Dokažte, že když $m_A = m_B$, dostaneme $\chi_L = \chi/2$ a $\sigma_L(\chi_L) = 4 \cos(\chi/2) \sigma(\chi)$.

6.3 Příklad (2b.)

Nechť se částice o hmotnosti m^A srazí z částicí s m^B , která byla původně v klidu. Jestliže známe úhel θ , který svírá původní rychlost částice A, \mathbf{v}^A , se směrem daným spojnicí částic, kdy jsou si nejbližší, vyjádřete poměr kinetických energií částic po srážce. Dále vyjádřete poměrnou ztrátu energie částice A.

6.4 Příklad (2b.)

Pro diferenciální rozptylový srážkový průřez s úhlovou závislostí, který je dán vztahem:

$$\sigma(\chi) = \frac{1}{2} \sigma_0 (3 \cos^2 \chi + 1) ,$$

kde σ_0 je konstanta, spočítejte celkový účinný průřez a účinný průřez pro přenos hybnosti.

6.5 Příklad (4b.)

Mějme dvě částice, jejichž interakci lze popsat pomocí následující potenciálové jámy:

$$\begin{aligned} U(r) &= -U_0 & \text{pro } r \leq a , \\ U(r) &= 0 & \text{pro } r > a . \end{aligned}$$

(a) Spočítejte diferenciální rozptylový účinný průřez $\sigma(\chi)$ a ukažte, že za předpokladu $b < a$, je dán vztahem:

$$\sigma(\chi) = \frac{p^2 a^2 [p \cos(\chi/2) - 1] [p - \cos(\chi/2)]}{4 \cos(\chi/2) [1 - 2p \cos(\chi/2) + p^2]^2} ,$$

kde

$$p = \sqrt{1 + \frac{2U_0}{\mu g^2}} .$$

(b) Ukažte, že pro celkový rozptylový účinný průřez platí vztah:

$$\sigma_t = 2\pi \int_0^a b db = \pi a^2 .$$