

Zadania 1. kola letnej časti

Termín odoslania 16. 06. 2025

1.1 Pingpong medzi dvoma mlynskými kameňmi

9 bodov

Jakub si zobral svoju rovinu bez trenia a položil ju vodorovne. Na rovinu položil presne v rade za sebou tri telesá (1, 2 a 3) s hmotnosťami m_1 , m_2 a m_3 (v tomto poradí). Do telesa 1 strčil a udelil mu rýchlosť v v smere zvyšných dvoch telies. Nasledovala séria dokonalých zrážok medzi telesami, až kým sa rýchlosti telies nemenili. Teleso 2 bolo omnoho menšie oproti ostatným (platí teda $m_2 \ll m_1$ a $m_2 \ll m_3$). Aká bola konečná rýchlosť telies 1 a 3? A koľko zrážok nastalo?

1.2 Neutríno na úteku

9 bodov

V tejto úlohe budeme odhadovať správanie častíc. Konkrétne si predstavíme neutríno (časticu, ktorá neinteraguje prakticky s ničím okrem prípadov, kedy veľmi presne trafi nukleón), ktoré sa objaví uprostred neutrónovej hviezdy (obrovského množstva neutrónov natlačených na seba ako v jadre atómu). Ako dlho potrvá neutrínu vyletieť von z hviezdy? Rozdelíme si výpočet do 3 krokov.

1. Aká je hustota neutrónov v neutrónovej hviezde? Stačí nám rádomý odhad, môžete teda zanedbať akýkoľvek vplyv gravitácie a jednoducho predpokladať, že neutróny sú na seba v neutrónovej hviezde natlačené približne tak, ako v jadre atómu.
2. Aká je stredná voľná dráha neutrína v takom prostredí? Predpokladajte, že účinný prierez interakcie medzi neutrínom a neutrónom (čiže veľkosť plochy, do ktorej sa neutríno musí trafiť, aby došlo k interakcii) je $\sigma = 10^{-45} \text{ m}^2$.
3. Predpokladajte, že táto interakcia spôsobí dokonalý rozptyl, čiže neutríno náhodne zmení svoj smer. Ako dlho neutrínu potrvá vyletieť z neutrónovej hviezdy s polomerom $R = 10 \text{ km}$? Spočítajte priemer aj rozptyl tohto času. Môžete použiť počítač.

PS: Možno ste zvyknutí, že neutrína sú typicky jadrom pohltené. To ale nie je jediná možnosť, len sa najjednoduchšie pozoruje. Ak má neutríno príliš nízku energiu, nie je schopné podstúpiť premenu na inú časticu a prejavuje sa teda iba takýmito rozptylmi.

1.3 Sir Thomson mal pravdu

9 bodov

Janči sa zobudil do sveta, kde atóm je tvorený z homogénne nabitej kladnej gule s polomerom R a nábojom $+Ne$ a N bodových elektrónov s nábojom $-e$. Ako vyzerajú základné stavy prvých 4 atómov (vodík, hélium, lítium a berýlium) a aké sú ich energie? Nezabudnite na energiu kladnej gule voči sebe. Uvažujte klasickú elektrostatiku.

Nesúťažne: Ako vyzerajú základné stavy pre ostatné atómy?