

Теоријски задатак 3

Део А: Маса (анти-)неутрина и распад неутрона

Слободни неутрон масе m_n распада се из мировања у лабораторијском систему референце у три неинтерагујуће честице: протон, електрон и анти-неутрино. Маса мировања протона је m_p , маса мировања анти-неутрина m_ν по претпоставци овог задатка није нула, али је много мања од масе мировања електрона m_e . Брзина светлости у вакууму је c . Тачне вредности измерених маса су:

$$m_n = 939.56563 \text{ MeV}/c^2, m_p = 938.27231 \text{ MeV}/c^2, m_e = 0.5109907 \text{ MeV}/c^2.$$

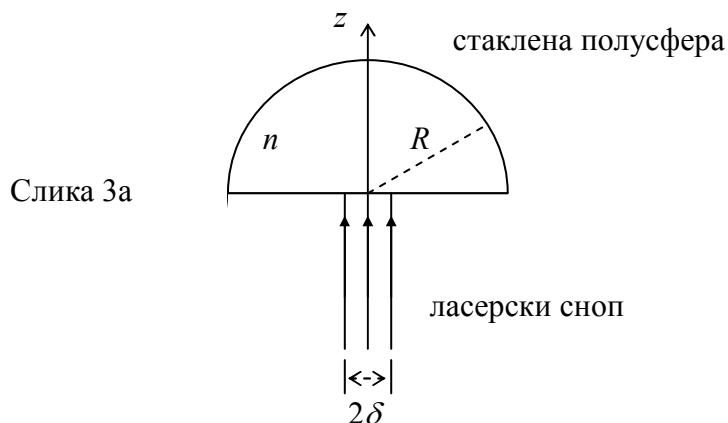
У овом задатку, енергије и брзине рачунајте у лабораторијском систему референце. Нека је E укупна енергија електрона који излази из распада.

- (а) Нађите максималну могућу вредност E_{\max} енергије E и брзину анти-неутрина v_m када важи $E = E_{\max}$. Све величине изразите преко маса мировања честица и брзине светлости. Ако је $m_\nu < 7.3 \text{ eV}/c^2$, израчунајте бројну вредност од E_{\max} и однос v_m/c на 3 значајне цифре.

[4.0 бода]

Део Б: Светлосна левитација

Провидна стаклена полусфера радијуса R и масе m има индекс преламања n . Полусфера се налази у вакууму, чији је индекс преламања једнак јединици. Сноп монохроматског, ласерског зрачења пада равномерно и нормално на централни део равне површи полусфере, баш као што је приказано на слици 3а. Гравитационо убрзање \vec{g} усмерено је *на доле*. Радијус δ кружног пресека ласерског снопа је много мањи од R . Систем полусфера-ласерски сноп има цилиндричну (аксијалну) симетрију у односу на z -осу.



Стакло од којег је начињена полусфера не апсорбује ласерско зрачење. Њена површина је премазана танким слојем провидног материјала, тако да је рефлексија занемарива када светлост улази у и излази из полусфере. Оптички пут ласерских зрака кроз не-рефлектујућу површину такође је занемарљив.

- (б) Занемарујући чланове реда $(\delta/R)^3$ и више, нађи снагу ласерског зрачења P за коју је укупна сила која дејује на полусферу једнака нули. [4.0 бодова]

Мала помоћ: $\cos \theta \approx 1 - \theta^2/2$ када је θ много мање од један.

[Табела за одговоре]

Теоријски задатак 3

Сваки одговор дати као аналитички израз, а након тога навести нумеричку вредност и јединицу. На пример: површина круга је $A = \pi r^2 = 1.23 \text{ m}^2$.

Маса (анти-)неутрина и распад неутрона

(а) (Напишите израз преко маса мировања честица и брзине светлости.)

Максимална енергија електрона је (израз и нумеричка вредност)

$$E_{\text{max}} =$$

Однос брзине анти-неутрина и c за $E = E_{\text{max}}$ је (израз и нумеричка вредност)

$$v_{\text{m}}/c =$$

Светлосна левитација

(б) Снага ласерског зрачења потребна да уравнотежи тежину стаклене полусфере је

$$P =$$