

Зад. 5 т. Удари

Топче с маса M се движи със скорост V_0 . Удря се във второ топче с маса $m = 2 \text{ kg}$. Ударът е



идеално еластичен. Второто топче е свързано с трето топче със същата маса m с неразтеглена безмасова пружина с коефициент на еластичност $k = 1 \text{ N/m}$. Триене в повърхността няма. Пружината е достатъчно дълга, така че второто и третото топче не се удрят.

а) Намерете минималната маса M_{min} на първото топче, при която първите две топчета ще се ударят втори път. (2 точки)

б) Намерете интервала време τ между двата удара. (2 точки)

Решете задачата първо приближено, а ако Ви остане време – пробвайте да получите по-точни резултати с някакъв числен метод.

Контролна работа
Времетраене – 1 час
Брой точки – 5

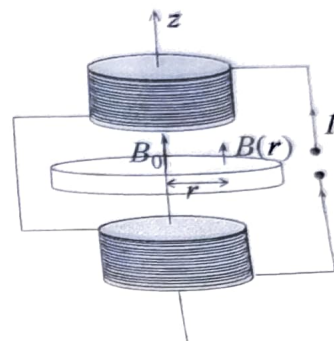
Бетатрон

Бетатронът е компактен ускорител на електрони до релативистки скорости. Състои се от двойка съосни намотки, разположени симетрично спрямо тънка цилиндрична ускорителна камера. В камерата се намира точков източник на електрони, от който се отделят електрони с практически нулева начална скорост.

Магнитната индукция в равнината на камерата е успоредна на оста z и големината ѝ зависи от разстоянието r до оста на намотките по закона:

$$B(r) = B_0[1 - (r/a)^2],$$

където B_0 е магнитната индукция в центъра на камерата, а a е параметър, зависещ от размера на намотките и разстоянието между тях. При включване на бетатрона токът по намотките започва да се увеличава, като B_0 нараства от нула до определена максимална стойност $B_{\max}$.



а) Източникът се поставя на такова разстояние r_s от оста z , че отделените от него електрони се ускоряват, движейки се по кръгова траектория в камерата? Колко е отношението r_s/a ?

б) Намерете в електронволти максималната кинетична енергия $K_{\max}$, до която се ускоряват електроните при $B_{\max} = 1.00 \text{ T}$ и $a = 0.10 \text{ m}$.

Важни константи:

скорост на светлината, $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$;

елементарен електричен заряд, $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$;

енергия в покой на електрона, $mc^2 = 0,511 \text{ MeV}$.

(Handwritten signature)

Задача (5 т.). Потенциал на Юкава. Енергията на взаимодействие между протон и неутрон в ядрото зависи от разстоянието r между тях и се описва с изрази

$$U(r) = -U_0 \frac{e^{-r/r_0}}{r/r_0},$$

където $r_0 = 1,3 \cdot 10^{-15}$ m. Той е предложен от Х. Юкава през 1935 г. При определени стойности на U_0 протонът и неутронът могат да се намират в свързано състояние, като образуват деутрон по подобие на взаимодействащите си електрон и протон във водородния атом. Експериментално е установено, че енергията на свързване на протона и неутрона в деутрон е $\epsilon = 2,225$ MeV.

Като използвате съотношенията за неопределеност на Хайзенберг оценете:

- а) минималната стойност на U_0 , при която е възможно образуването на деутрон
- б) размера на деутрона при посочената енергия на свързване
- в) реалната стойност на U_0 в същата ситуация

Приемете, че протонът и неутронът имат равни маси $M = 1838m$, където масата на електрона е $m \approx 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg. Константата на Планк е $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}$ J.s.