

Задача №1

Точкове джерело P випромінює пучок електронів у магнітному полі \mathbf{B}^1 (величина індукції B постійна, а силові лінії являють собою кільця, центри яких лежать на одній осі) в напрямку його силових ліній. Кутова апертура пучка - $2\alpha_0$ ($2\alpha_0 \ll 1$). Інжекція електронів, прискорених напругою V_0 , відбувається по основному колу тороїда радіусу R . Взаємодією між електронами можна знехтувати. Крім основного поля \mathbf{B} , на систему може накладатися перпендикулярне до нього однорідне магнітне поле \mathbf{B}_1 .

а) Яким повинна бути величина поля B_1 , щоб електрони рухалися по коловій орбіті радіусу R ?

б) Знайти величину поля B , при якому на колі радіусу R є чотири області, в яких фокусується електронний пучок. Розглядаючи траєкторії електронів, знехтувати кривиною силових ліній магнітного поля. Оцінити довжину першої з областей фокусування.

в) За відсутності поля \mathbf{B}_1 електрони будуть дрейфувати в напрямку, перпендикулярному до поля \mathbf{B} . Показати, що радіальне відхилення електронного пучка від початкового радіусу залишається скінченим. Визначити напрямок швидкості дрейфу.

При отриманні відповідей на питання а) та в) кутовою розбіжністю пучка можна знехтувати. Вважати, що $V_0=3$ кВ, $R=50$ мм, $e/m=1.76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг.

Задача №2

Три матеріальні точки P_1, P_2, P_3 , що не лежать на одній прямій і мають відповідно маси m_1, m_2, m_3 , взаємодіють одна з одною за рахунок гравітації й не взаємодіють з іншими тілами. Позначимо через σ вісь, що проходить через центр мас системи перпендикулярно до трикутника $P_1P_2P_3$. Яким умовам повинні задовольняти відстані $a_{12}=P_1P_2$, $a_{13}=P_1P_3$, $a_{23}=P_2P_3$ і кутова швидкість обертання системи ω , щоб система оберталася навколо осі σ як тверде тіло? Чи збережеться рух системи при малому відхиленні однієї з точок від свого положення?

Задача №3

Циліндрична посудина, вісь якої розташована вертикально, містить $\nu=0.100$ моль ідеального газу під поршнем маси $m=800$ г у стані термодинамічної рівноваги. Молярна теплоємність цього газу при сталому об'ємі $C_V=20.8$ Дж/(моль·К). Поршень являє собою скляну пластинку діаметром $2r=100$ мм, що може вільно пересуватися. Втрати газу відсутні, а тертя поршня об стінки посудини достатнє для гасіння коливань, але не спричиняє помітних втрат енергії. Початкова температура газу в посудині – 20° С. Теплообмін між цим газом й навколишнім середовищем відсутній, теплоємністю посудини можна знехтувати. Зовнішній тиск повітря $p_0=101.3$ кПа.

В посудину надходить пучок лазерного випромінювання ($\lambda=514$ нм) постійної потужності, який не поглинається повітрям та посудиною, але повністю поглинається газом. Енергія випромінювання швидко трансформується в теплову енергію молекул газу. Після опромінення протягом $\Delta t=10.0$ с поршень піднявся на $\Delta s=30.0$ мм. Після цього лазер вимкнули.

а) Визначте температуру та тиск газу після опромінення.

б) Яку механічну роботу виконав газ в результаті опромінення?

в) Яка енергія випромінювання була поглинута при опроміненні?

г) Визначте потужність поглинання випромінювання газом та число фотонів, поглинутих за одиницю часу.

д) Яка частка оптичної енергії була перетворена в механічну потенціальну енергію поршня?

е) Після закінчення опромінення газу посудину повернули так, що її вісь зайняла горизонтальне положення. Знайдіть нові значення температури й тиску газу. Як при цьому змінилося положення поршня?

¹ Жирним шрифтом позначені векторні величини.