

Подготовка на националния отбор по физика за МОФ 2006

Теоретичен кръг 17.06.2006, София

Задача 1. Намерете инерционния момент I на плътен еднороден равностранен триъгълник със страна l спрямо ос, минаваща през центъра на масата му и перпендикулярна на равнината му. (съвет – не използвайте висша математика)

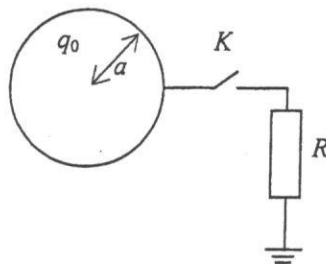
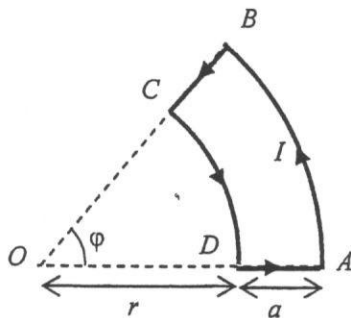
Задача 2. Разглеждайки отраженията на далечни предмети от двойно изпъкнала симетрична сферична тънка леща, може да се забележи, че в нея се виждат два образа. Ако двата образа изглеждат еднакво големи, когато окото на наблюдателя е на разстояние l от лещата, намерете радиуса на кривина R на повърхностите и оптичната сила Φ на лещата. Показателят на пречупване на стъклото е n . Изчислете тези величини, ако $n = 1.5$ и $l = 12$ cm.

Задача 3. Тънък диск с радиус R с тънка ос (минаваща през центъра му и перпендикулярна на него) е поставен в цилиндрична кухина с радиус, малко по-голям от R . Междините между повърхностите на диска и кухината са успоредни, равни и имат големина h . Кухината е запълнена с течност с вискозитет η . Намерете каква мощност P на външна сила, действаща на оста, е необходима, за да се върти диска с постоянна ъглова скорост ω . Ръбните ефекти да се пренебрегнат. Изчислете P , ако $R = 10$ cm, $h = 1$ mm, $\eta = 8 \cdot 10^{-3}$ Pa.s и $\omega = 10$ оборота в секунда.

Задача 4. а) Получете израз за индукцията B на магнитното поле, което създава проводящия контур $ABCD$ в т. O . Изразете отговора чрез параметрите I , a , φ (в радиани), r и магнитната константа μ_0 .

б) В случай, че $a \ll r$, представете израза за B като функция на p , r и магнитната константа μ_0 , където $p = IS$ е магнитният диполен момент на намотката (S е площта на контура).

в) През т. O , перпендикулярно на равнината на намотката, преминава прав дълъг проводник, по който тече ток I_1 (от равнината към вас). Получете израз за въртящия момент M , който действа на проводника и изобразете вектора на въртящия момент върху чертежа. Изразете отговора чрез параметрите I , I_1 , a , φ , r и магнитната константа μ_0 (Приемете, че приближението от т. б) не е в сила)



Задача 5. На метално кълбо с радиус a е придаден заряд q_0 . Кълбото е заземено през резистор със съпротивление R , както е показано на фигурата. Намерете:
а) времето T след затваряне на ключа K , в продължение на което зарядът на кълбото ще намалее наполовина;
б) количеството топлина Q , което се отделя в резистора за това време.

Задача 6. Електрически неутрална частица X се разпада на два гама-кванта, които се разлитат под прав ъгъл един спрямо друг с енергии $E_1 = 53 \text{ MeV}$ и $E_2 = 172 \text{ MeV}$. Получете изрази и пресметнете числено:
а) Скоростта v на частицата X преди разпадането (в единици c);
б) Масата в покой M на частицата X (в енергетични единици – MeV).

Задача 7. Оценете специфичния топлинен капацитет на монета от една стотинка при стайна температура (да се смята, че стайната температура е висока температура). Да се приеме, че монетата е направена от мед (с атомна маса 63.5 и плътност $\rho = 8.9 \text{ g/cm}^3$).

Задача 8. При ниски температури (около 30 K) термодинамичните свойства на диелектричен кристал се определят от хармоничните трептения на атомите. Тези трептения имат квантов характер и те съответстват на разпространението в кристала на механични вълни със скорост $5 \cdot 10^3 \text{ m/s}$. Съвкупността от трептящи атоми може да се замени с идеален газ от фонони, които заемат обема на кристала и налягането, което те пораждат върху стените му, е $p = \frac{1}{3} u(T)$. Тук $u(T)$ е плътността на вътрешната енергия. Оценете (по порядък) налягането на фононния газ при тези условия.

Задача 9. Според класическите представи атомното ядро може да привлече близко до себе си електрон. От друга страна, съгласно със съотношенията за неопределеност на Хайзенберг, силно нараства кинетичната енергия на електрона и енергията му на покой става пренебрежима. Какъв трябва да бъде атомния номер на трансурановия елемент, който може да удържа електрона близо до ядрото си, ако самият елемент е устойчив?

Задача 10. В рамките на теорията на Бор за водородния атом пресметнете индукцията на магнитното поле в центъра на атома, което създава електронът в основно състояние.

Скорост на светлината във вакуум $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Елементарен заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Диелектрична константа $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$

Константа на Болцман $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

Константа на Планк $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

Решението на всяка задача пишете на отделен лист! Подредете листата по номера на задачите.