

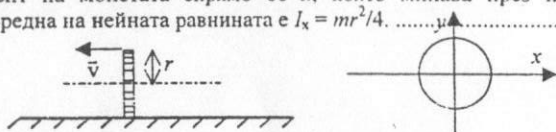
НАЦИОНАЛНО ЕСЕННО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА
БОТЕВГРАД, 29.11 – 01.12. 2002 г.
СПЕЦИАЛНА ТЕМА

Задача 1. Опитно е установено, че дължината l на пробег на алфа-частиците във вещество зависи от тяхната начална кинетична енергия E по закона:

$$l = CE^{\frac{1}{2}},$$

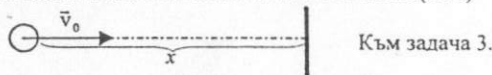
където C е константа, характерна за дадената среда. Ако приемете, че спирането на алфа-частицата се дължи на сила на триене f , чиято големина зависи от моментна скорост v на частицата, намерете функционалната зависимост на f от v (означете масата на алфа-частицата с m).(8 т)

Задача 2. Монета с маса $m = 3,5$ g и радиус $r = 1$ cm е закрепена неподвижно във вертикално положение. Върху горния край на монетата е нанесен краткотраен удар, в резултат на който той придобива скорост $v = 5$ m/s, насочена хоризонтално, перпендикулярно спрямо равнината на монетата. Непосредствено след удара долният край на монетата е неподвижен. Колко е средната сила $\bar{F}$, която действа върху горния край на монетата по време на удара, ако приемете, че продължителността на удара е $\Delta t = 10^{-3}$ s? Инерционният момент на монетата спрямо ос x , която минава през нейния център и е успоредна на нейната равнина е $I_x = mr^2/4$(7 т)



Към задача 2

Задача 3. С каква начална скорост v_0 трябва да бъде изстреляна топка за тенис в хоризонтална посока така, че да достигне вертикална стена, разположена на разстояние $x = 10$ m с минимална кинетична енергия? При така подбраната начална скорост, какъв ъгъл спрямо хоризонта ще сключва скоростта на топката непосредствено преди удара със стената? Приемете, че земното ускорение е $g = 10$ m/s².(10 т)

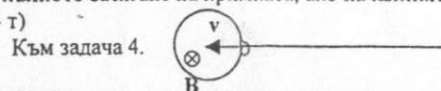


Към задача 3.

Задача 4. От тънка метална жичка със съпротивление на единица дължина λ е направена примка с форма на окръжност. Примката е разположена в еднородно магнитно поле с индукция B , перпендикулярна на равнината на примката. Възелът, който се намира в идеален електрически контакт с жичката, започва да се движи спрямо нея с постоянна скорост v . При това примката се затяга, като запазва кръговата си форма.

а) Намерете тока I , който тече в примката.(6 т)

б) Каква механична работа A трябва да извърши външна сила, приложена към възела за пълното затягане на примката, ако началният радиус на примката е r_0 ?(4 т)



Към задача 4.

Задача 5. На фигурата е показан опростен модел на слуховия апарат на робот. Два микрофона M_1 и M_2 , разположени на разстояние $d = 20$ cm един от друг,

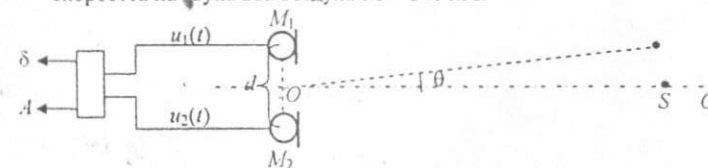
приемат звуков сигнал с честота $\nu = 680$ Hz, който се излъчва от точков източник S . Разстоянията между микрофоните и източника са много по-големи от d . Електричните сигнали $u_1(t)$ и $u_2(t)$ от двата микрофона се подават към схема, която по електронен път определя разликата δ между техните фази и амплитудата A на сумата $u(t)$ от двата сигнала ($u(t) = u_1(t) + u_2(t)$). Какво минимално ъглово отместване θ на източника спрямо оста на симетрия OO' може да установи роботът, ако електронната схема:

а) е в състояние да измери фазова разлика δ между сигналите, която е не по-малка от 0,1 rad;(5 т)

б) е в състояние да измери относително изменение $|\Delta A/A_{\max}|$ на амплитудата на сумарния сигнал, което е не по-малко от 1%?(10 т)

Приемете, че:

- амплитудите на звуковите вълни, които достигат двата микрофона са еднакви;
- амплитудата на електричния сигнал от даден микрофон е пропорционална на амплитудата на падащата върху него звуковата вълна;
- скоростта на звука във въздуха е $c = 340$ m/s.



Към задача 5.

Задача 6. Електрон навлиза под ъгъл $\alpha = 60^\circ$ в област с широчина $h = 0,1$ m, в която има еднородно магнитно поле, насочено перпендикулярно спрямо скоростта на електрона. Големината на магнитната индукция е $B = 5 \cdot 10^{-3}$ T. При каква минималната скорост v електронът може да пресече областта?(10 т)



Към задача 6.

Някои полезни формули

$$(x^n)' = nx^{n-1};$$

$$(f(x)g(x))' = f'(x)g(x) + f(x)g'(x);$$

Ако φ е ъгъл, изразен в радиани, такъв че $|\varphi| \ll 1$:

$$\sin \varphi \approx \varphi$$

$$\cos \varphi \approx 1 - \frac{\varphi^2}{2}$$

Фундаментални физични константи:

- елементарен електричен заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C;
- маса на електрона в покой $m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg;
- константа на Планк $h = 6,64 \cdot 10^{-34}$ J.s;
- скорост на светлината във вакуум $c = 3,00 \cdot 10^8$ m/s.