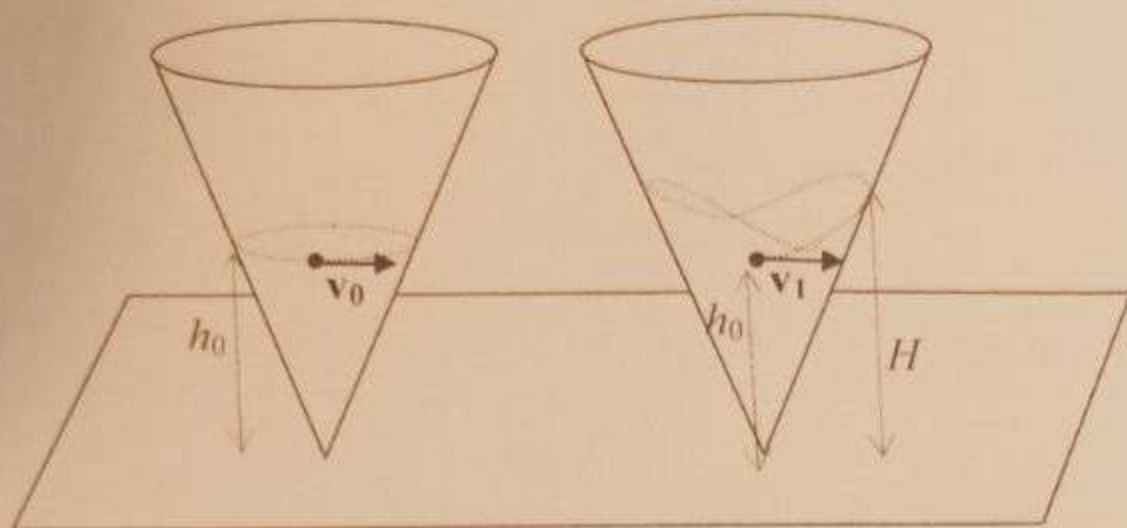
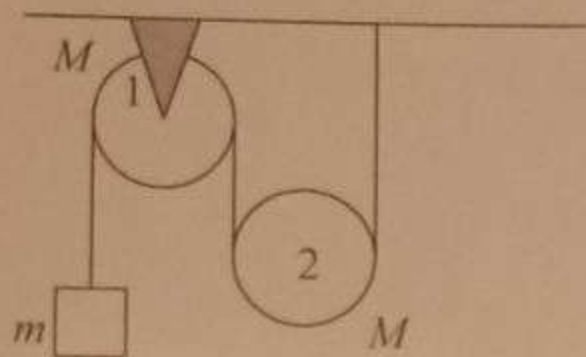


Задача 1.

Механична система се състои от две еднакви макари – еднородни дискове с маса M всеки, през които е прекарана лека нишка. Триенето между нишката и макарите е достатъчно голямо, така че нишката да не приплъзва спрямо тях.

Макарата 1 се върти без триене около неподвижна ос, а макаратата 2 виси на минаващата през нея нишка. Към свободния край на нишката е закрепена теглилка с маса m . Определете ускорението a , с което се движи теглилката.



Задача 2. Малка шайба (материална точка) се хлъзга без триене по вътрешната повърхност на конус, обърнат с върха надолу (оста на конуса е вертикална). В началния момент шайбата се намира на височина h_0 над върха на конуса.

А) Каква начална скорост v_0 , насочена хоризонтално, трябва да бъде придадена на шайбата, така че тя да обикаля по хоризонтална окръжност?

Б) Каква максимална височина H ще достигне шайбата, ако в началния момент ѝ бъде придадена скорост $v_1 = 2v_0$?

Земното ускорение е g . Приемете, че конусът е достатъчно висок, така че шайбата не достига горния му ръб.

Задача 3. Електрон с нулева начална скорост изминава в еднородно електрично поле с интензитет $E = 1.0 \times 10^6 \text{ V/m}$ разстояние $d = 0.52 \text{ m}$. След това електронът напуска електричното поле и навлиза в област с еднородно магнитно поле с индукция $B = 0.1 \text{ T}$. Скоростта на електрона е перпендикулярна на посоката на магнитната индукция.

А) Колко време t трае движението на електрона в електричното поле.

Б) Колко е радиусът R на траекторията на електрона в магнитното поле?

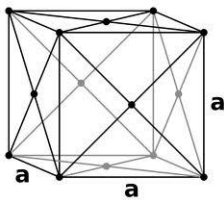
Данни:

маса на електрона: $m = 0.52 \text{ MeV}/c^2$;

елементарен електричен заряд: $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$;

скорост на светлината, $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$.

Зад 4. Зависимост на плътността на златно-медни сплави от масовата концентрация



Златно-медните сплави $\text{Au}_x\text{Cu}_{1-x}$ (x – атомна концентрация) имат кубична кристална решетка със следната подредба на атомите в нея (виж фигурата). Златните и медните атоми заемат позициите в кристалната решетка (маркирани с точки) по случаен начин.

Плътността на чистото злато е $\rho_{\text{Au}} = 19,30 \text{ g/cm}^3$, константата на решетката му е $a_{\text{Au}} = 4,078 \text{ \AA}$, докато за чистата мед $\rho_{\text{Cu}} = 8,96 \text{ g/cm}^3$, а константата на решетката ѝ е $a_{\text{Cu}} = 3,615 \text{ \AA}$. Можем да приемем, че константата на решетката на сплавите $\text{Au}_x\text{Cu}_{1-x}$ зависи линейно от x . Нека y е масовата концентрация на сплавите $\text{Au}_y\text{Cu}_{1-y}$, т.е. $y = \frac{m_{\text{Au}}}{m_{\text{Cu}} + m_{\text{Au}}}$.

а) Намерете зависимостта на атомната от масовата концентрация $x = f(y)$ [1 т.]

б) Намерете зависимостта на плътността от масовата концентрация

$$\rho_{\text{Au}_y\text{Cu}_{1-y}} = f(y) \text{ [1 т.]}$$

в) Изчислете плътността на златно-медната сплав за масова концентрация $y = 0,5$ и $y = 0,8$. [1 т.]

Зад 5. Микроскопичен смисъл на електричното съпротивление

В най-простия микроскопичен модел електричното съпротивление на металите може да се обясни предполагайки, че свободните електрони в тях се движат свободно и се ускоряват от покой от външното електрично поле само за интервал от време τ (наричано време на свободен пробег на електрона, или „време между два удара в кристалната решетка“, или време между два акта на разсейване). След това те се спират и започват равноускорителното си движение наново.

а) Нека концентрацията на електроните в метала е n , а неговото специфично електрично съпротивление е ρ . Намерете израз за τ чрез дадените параметри. [1 т.]

б) Намерете отношението $\frac{P}{\frac{\Delta E_{\text{кин}}}{\Delta t}}$, където P – електричната мощност, отделена в

проводник с дължина l и сечение S , а $\frac{\Delta E_{\text{кин}}}{\Delta t}$ е кинетичната енергия на електроните, загубена (превърнала се в топлина) за единица време. [1 т.]

в) Изчислете времето на свободен пробег на електрона за алуминий. Йоните алуминий имат заряд $q = +3e$. Атомната маса на алуминия е $A = 27,0$, а плътността му е $\mu = 2,70 \text{ g/cm}^3$. Специфичното електрично съпротивление му е $\rho = 28,2 \cdot 10^{-9} \Omega \cdot \text{m}$. Масата на електрона е $m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, елементарният електричен заряд е $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, атомната единица за маса е $u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. [1 т.]

Зад 6. Зареден диск в магнитно поле

Еднороден диелектричен диск има маса m и е зареден равномерно с електричен заряд q . Първоначално е в покой. Поставен е в еднородно магнитно поле, успоредно на оста му, изменящо се по произволен начин с времето $B = B(t)$, като $B(0) = 0$. Намерете как зависи ъгловата скорост $\omega(t)$ на диска от времето. [3 т.]

- ✓ **Задача 7.** Протон се намира на разстояние $a = 1 \text{ cm}$ от квадратна метална пластина със страна $l \gg a$. Оценете времето, за което протонът ще достигне металната пластина, ако той започва движението си от състояние на покой. Загубите на енергия поради протичане на ток в пластината да се пренебрегнат.

Полезни константи: елементарен електричен заряд $q_0 = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, електрична константа $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$, маса на протона $m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Можете да използвате следните интеграли:

$$\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = \frac{\pi}{2}, \quad \int_0^1 \sqrt{1-x^2} dx = \frac{\pi}{4}.$$

- ✓ **Задача 8.** Домашен хладилник работи при стайна температура $T_1 = 295 \text{ K}$, като вътре в хладилника се поддържа температура $T_2 = 275 \text{ K}$. Поради повреда на превключвателя, вътрешната крушка продължава да свети и при затворена врата на хладилника. Като приемете, че цялата електрическа мощност $P = 25 \text{ W}$ на крушката се отделя като топлина вътре в хладилника, определете с колко се повишава потребяваната от хладилника мощност. На колко ще бъде равна допълнително потребяваната електроенергия за един месец (30 дни)? Разглеждат хладилника като идеален.

Задача 9. Частица с маса m_1 след еластичен нецентрален удар с неподвижна частица с маса m_2 ($m_2 < m_1$) се отклонява на максимално възможния ъгъл θ_{max} . Да се покаже, че този ъгъл е един и същ независимо от това, дали скоростите са нерелативистки или релативистки.

Задача 10. В обема на течен хелий при температура $T \approx 2 \text{ K}$ с помощта на радиоактивен източник са внедрени свободни електрони. Тъй като хелиевите атоми са със запълнена електронна обвивка, те не могат да приемат свободните електрони. Поради това всеки свободен електрон създава около себе си кухина със сферична форма (течността е хомогенна) с радиус по-голям от междуатомното разстояние $a \approx 4,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. Възникването на кухина с движещ се в нея електрон е квантов ефект.

а) Приведете съображения, от които да следва че такова образувание може да съществува.

б) Оценете броя на атомите, които са напуснали обема на кухината.

Необходими величини: константа на Планк $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$, маса на електрона $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, коефициент на повърхностно напрежение на течния хелий при посочената температура $\sigma = 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ J.m}^{-2}$.

Димитър
Израков