

Зад. 1. Праволинейно движение

Две материални точки се движат равномерно праволинейно съответно със скорости $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_2$. В началния момент време ($t = 0$) те се намират в позиции $\vec{r}_{01}$ и $\vec{r}_{02}$.

а) Получете формула за момента време t_{min} , в който те ще се намират на минимално разстояние d една от друга.

б) Получете формула за минималното разстояние d .

в) Ако в някакъв базис от ортогонални единични вектори $\vec{e}_x$, $\vec{e}_y$ и $\vec{e}_z$, векторите имат стойности $\vec{r}_{01} = 0$, $\vec{r}_{02} = 2 \text{ m} \cdot \vec{e}_x + 2 \text{ m} \cdot \vec{e}_z$, $\vec{v}_1 = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \vec{e}_x + 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \vec{e}_y$ и $\vec{v}_2 = -1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \vec{e}_x + 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \vec{e}_y$, изчислете стойностите на t_{min} и d .

Зад. 2. Тече ли Дунав ламинарно?

Река с ширина l и дълбочина h (с правоъгълно сечение) тече ламинарно. Повърхността на реката сключва ъгъл α с хоризонта. Земното ускорение е g , плътността на водата е ρ , а вискозитетът ѝ е η . "Бреговите ефекти" се пренебрегват.

а) Получете формула за скоростта на водата $v(z)$ на разстояние z от дъното ѝ.

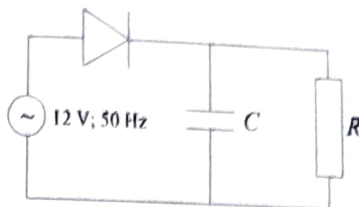
б) Получете формула за потока Q на водата (дебитът на реката).

в) Изчислете скоростта на повърхността на водата на река Дунав между Видин и Русе, ако течеше ламинарно. Плътността на водата е $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, вискозитетът на водата е $\eta = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$, земното ускорение е $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, дълбочината на Дунав е $h = 10 \text{ m}$. Надморската височина на Дунав при Видин е 31 m, а при Русе – 16 m. Разстоянието от Видин до делтата на Дунав е 790 km, а на Русе – 490 km. Тече ли Дунав ламинарно?

Зад. 3. Торзионно махало върху наклонена равнина

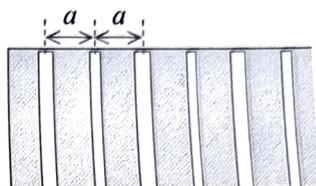
Еднородно топче с маса m и радиус r е закачено с конец с дължина l за точка от наклонена равнина. Наклонената равнина сключва ъгъл α с хоризонта. Земното ускорение е g . Инерчният момент на еднородно кълбо спрямо ос, минаваща през центъра на масата му, е $I_c = \frac{2}{5} mr^2$. Получете формула за периода на малки трептения около равновесното му положение върху наклонената равнина. Няма хлъзгане. Усукването на концета създава пренебрежим въртящ момент.

Задача 4. Електрическата верига, изобразена на схемата, е включена към източник на променливо напрежение с ефективна стойност $\mathcal{E}_{\text{eff}} = 12 \text{ V}$, честота $\nu = 50 \text{ Hz}$ и нулево вътрешно съпротивление. Съпротивлението на резистора е $R = 100 \Omega$. Диодът е идеален, т.е. съпротивлението му в права посока е нула, а в обратна посока – безкрайност.



- ✓ а) Изобразете качествено на обща координатна система графика на напрежението $\mathcal{E}(t)$ на източника и графика на напрежението $U(t)$ върху резистора от времето. Графиката трябва да обхваща поне един период на променливото напрежение.
- у б) Пресметнете минималния капацитет C_{min} на кондензатора, при които флукуациите на напрежението върху резистора не надвишават $\Delta U = U_{\text{max}} - U_{\text{min}} = 1.0 \text{ V}$.

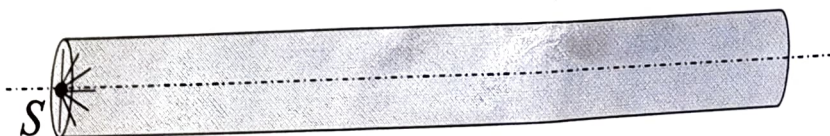
Задача 5. Дифракционна решетка се състои от процепи с алтернативно променяща се широчина (широк/тесен/ ...), следващи през еднакво разстояние a , както е показано на фигурата. Върху решетката пада нормално монохроматична светлина с дължина на вълната λ ($\lambda \ll a$). Ако бъдат закрити широките процепи, върху екран на голямо разстояние L от решетката ($L \gg a$) се получават интерференчни максимуми с практически еднакъв интензитет I_0 . Ако бъдат закрити тесните процепи, а широките са отворени, интензитетът на максимумите върху екрана е $2I_0$.



Определете разстоянието Δx^x между максимумите и интензитета I_k^x на максимумите като функция на техния порядък k , ако бъдат отворени едновременно както тесните, така и широките процепи на дифракционната решетка.

- 7 **Задача 6.** В единия край на оптично влакно се намира точков източник на светлина, който излъчва кратък светлинен импулс с енергия $E_0 = 5 \mu\text{J}$, равномерно във всички посоки вътре във влакното. Дължината на влакното е $L = 10.0 \text{ m}$, а показателят му на пречупване е $n = 1.50$. Влакното граничи с въздух, чийто показател на пречупване е единица.

- а) Колко е енергията E_1 и продължителността Δt на светлинния импулс, който достига другия край на влакното?
- б) Получете израз за моментната мощност $P(t)$ на светлинния импулс, достигнал края на влакното, където t е времето, отчетено от момента на излъчване на импулса. Дисперсията на средата и дифракционните ефекти се пренебрегват.



Задачи (7, 8, 9, 10)

Задача 7. Релятивистка механика

✓ а) Изразете релятивисткия импулс p на частица с маса m чрез релятивистката кинетична енергия K .

Частица 1 с маса m участва в еластичен удар с неподвижна частица 2 със същата маса. Кинетичната енергия на частица 1 преди удара е K_0 и след удара тя се отклонява на ъгъл θ .

✗ б) Изразете кинетичната енергия K_1 на частицата 1 след удара чрез K_0 и θ .

Задача 8. Развитие на модела на Бор за водородния атом

а) Пресметнете индукцията на магнитното поле B (посока и големина) в центъра на водородния атом, създадена от движещия се електрон по първата орбита на Бор.

б) Тъй като протонът притежава магнитен момент

$$\mu_p = \frac{q_0 \hbar}{2m_p},$$

който има компоненти $\pm \mu_p$ по посоката на полето, енергията на атома в основното състояние се променя. Оценете разцепването на енергетичното ниво в това състояние.

Полезни константи. $q_0 = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $m_p = 1838m_e$.

Задача 9. Охлаждане на неутрони

Бърз неутрон изпитва централни напълно еластични удари при движение в среда, играеща ролята на забавител. Определете колко удара са необходими на неутрон с енергия 1 MeV за да достигне в графит топлинна скорост, съответстваща на температура $T = 300 \text{ K}$.

✓ Задача 10. Топлинен двигател

Топлинен двигател работи по обратим кръгов процес, състоящ се от: процес 1–2, в който моларният топлинен капацитет нараства пропорционално на температурата от стойност $C_1 = 20 \text{ J/K.mol}$ до $C_2 = 50 \text{ J/K.mol}$, адиабатен процес 2–3 и изотермен процес 3–1. Пресметнете КПД на описания цикъл. Уравнението на състояние на работното вещество не е известно.

