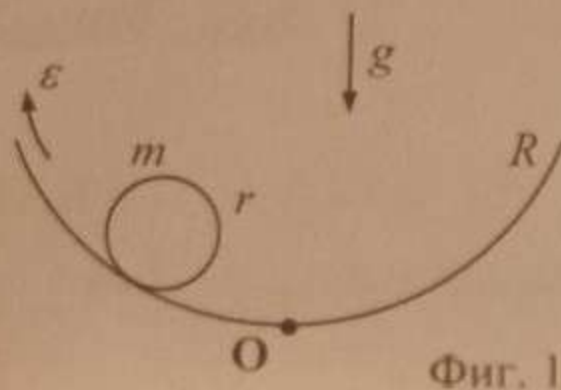


Задача 1. Оръдие [3 т.]

Оръдие изстрелва снаряд към крепостна стена, разположена на разстояние d по хоризонтала от края на дулото на оръдието. Стената е с височина h , измерена от края на дулото на оръдието. Да се пренебрегне силата на съпротивление и Кориолисовата сила. Като приемете, че земното ускорение е g , намерете:

- С каква най-малка начална скорост трябва да излети снаряда от дулото, за да уцели ръба на стената?
- При какъв ъгъл към хоризонта трябва да е насочена при това началната скорост?

Задача 2. Въртящ се цилиндър [3 т.]



В т. O върху вътрешната страна на цилиндър с радиус R е поставено еднородно кълбо с маса m и радиус r . Цилиндърът се завърта с ъглово ускорение ε , при което кълбото се издига, както е показано на фиг. 1.

а) Намерете височината, на която се намира центъра на кълбото в неговото равновесно положение, измерена спрямо т. O , като приемете, че кълбото се търкаля без хлъзгане.

б) При какво минимално ъглово ускорение ε' кълбото ще започне да се търкаля с хлъзгане?

Задача 3. Сапунен мехур [3 т.]

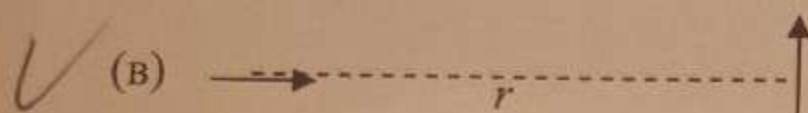
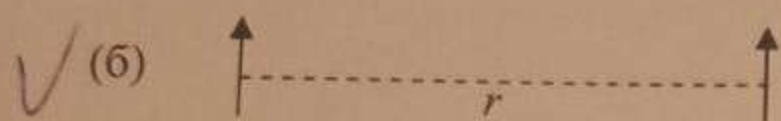
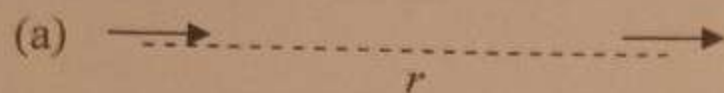
Във въздух с динамичен визкозитет η , постоянна температура T и средна моларна маса μ се образува сапунено мехурче с радиус r . Използвайте, че повърхностното напрежение поражда налягане $p_a = 2\sigma/r$ вътре в мехурчето. Оставено свободно, мехурчето започва да пада под действие на постоянната сила на тежестта. Да се счита, че движението е достатъчно бавно, така че температурата на мехурчето да е равна на температурата на околния въздух. Приемете, че на мехурчето действа също така Стоксова сила на съпротивление с големина $F_s = 6\pi\eta r v$, където v е скоростта на движение. Намерете скоростта на мехурчето, след като е минало дълго време от началото на неговото падане.

Основни електрични константи към задачи 4, 5 и 6:

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m};$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

Задача 4. Два малки електрични дипола с еднакви диполни моменти p са разположени на разстояние r един от друг, както е показано на Фиг. 3. Посоките на диполните моменти са изобразени със стрелки. За всяка една от различните ориентации – (а), (б) и (в), на диполите моменти пресметнете големините F на силите, с които си взаимодействат диполите и изобразете посоките на силите на чертеж.



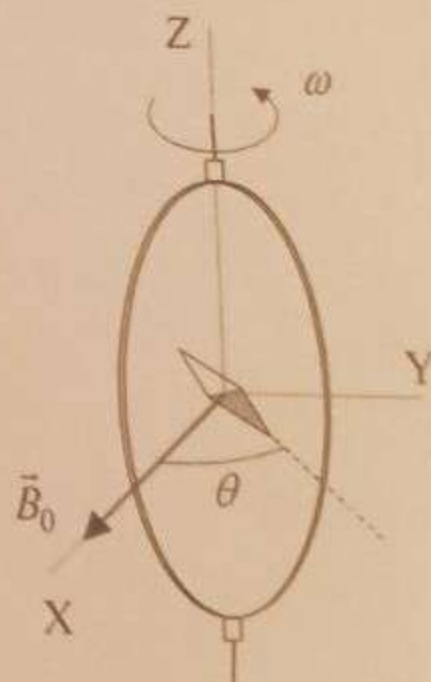
Задача 5. Плосък кондензатор е запълнен с диелектрик с относителна диелектрична проницаемост $\epsilon = 20$. Всеки реален диелектрик обаче има голямо, но крайно специфично съпротивление ρ . Към кондензатора е приложено променливо напрежение с линейна честота $\nu = 1.0 \text{ MHz}$, при което е установено, че фазовата разлика между тока и напрежението във веригата е $\phi = 60^\circ$.

- Начертайте еквивалентна схема на веригата
- Посторйте векторна диаграма на тока и напрежението.
- Пресметнете специфичното съпротивление ρ на диелектрика.



Задача 6. Единична кръгова намотка с радиус $a = 0.1 \text{ m}$ и съпротивление $R = 0.01 \Omega$ се върти около вертикалната ос Z с ъглова скорост $\omega = 1.0 \times 10^4 \text{ rad/s}$. Намотката се намира в хоризонтално магнитно поле с индукция B_0 , насочена по оста X . В центъра на намотката е поставена малка магнитна стрелка, която може да се върти свободно около оста Z . Магнитното поле, създадено от стрелката, е пренебрежимо малко в сравнение с B_0 . Индуктивността на намотката се пренебрегва.

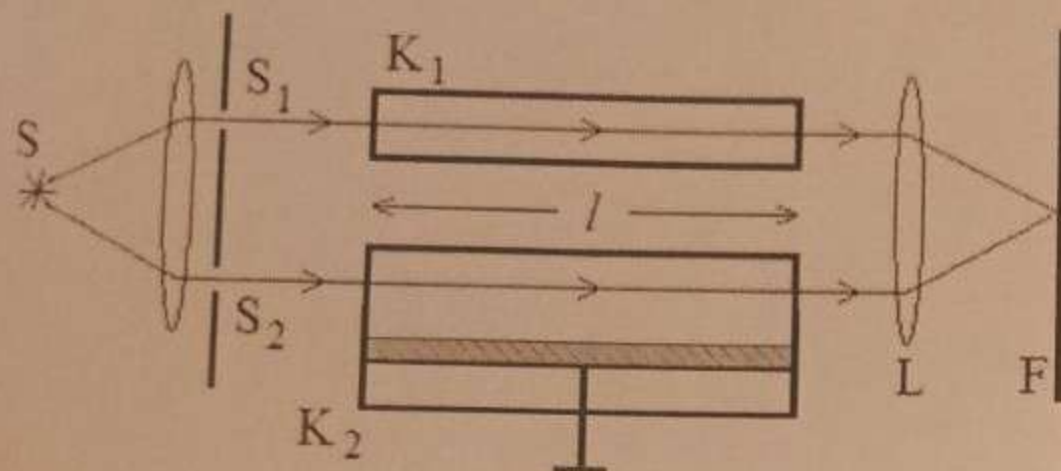
- Получете израз за амплитудата $I_{\max}$ на тока, който се индуцира в намотката.
- Получете изрази за усреднените по времето компоненти $\langle B'_x \rangle$ и $\langle B'_y \rangle$ на магнитното поле, създадено от индуцирания в намотката ток.



- Пресметнете числено ъгъла θ , който магнитната стрелка сключва с оста X , докато намотката се върти.

Задача 7. Интерферометър на Рейли

За определяне на показателя на пречупване на газове може да се използва интерферометърът на Рейли (Фиг. 1).



Фиг. 1

Два успоредни снопа S_1 и S_2 , с общ източник S , преминават през кюветите K_1 и K_2 и създават интерференчна картина във фокалната равнина на лещата L . В едната кювета се поставя изследваният газ, а в другата – друг газ.

Дължината на всяка кювета е фиксирана – $l = 20$ cm. Кюветата K_1 е херметически затворена. В кюветата K_2 има въздух, който се разширява при постоянна температура от начално налягане $p_1 = 1 \cdot 10^5$ Pa до крайно налягане $p_2 = 7 \cdot 10^3$ Pa чрез движение на бутало. При изменението на налягането от p_1 до p_2 , през фокуса на лещата преминават $N = 80$ интерференчни максимума. Намерете показателя на пречупване на въздуха при налягане $p = 8 \cdot 10^4$ Pa, ако е известно, че плътността на въздуха ρ и показателят му на пречупване n са свързани посредством съотношението $n = C\rho + 1$, където C е константа. Използваният източник S е с дължина на вълната $\lambda = 600$ nm. Въздухът може да се разглежда като идеален газ. За определеност считайте, че газът в кюветата K_1 винаги има по-малък показател на пречупване от въздуха в кюветата K_2 . [3 т]

Задача 8. Топлинен двигател работи по цикъл на Карно, включващ изотерми с температури съответно T и $T_1 = 800 \text{ K}$. Топлообменът между работното вещество и охладителя с температура $T_2 = 200 \text{ K} < T$ се осъществява чрез топлопроводност, като обмененото количество топлина Q за време t се дава с израза

$$\frac{Q}{t} = a(T - T_2),$$

където $a = 1 \text{ kW/K}$. При предположение, че продължителността на изотермните процеси е една и съща, а продължителността на адиабатните процеси е пренебрежима спрямо тази на изотермните процеси, намерете температурата T , при която мощността на машината P е максимална и пресметнете нейната стойност P_{max} .

Задача 9. Кварконият е мезон, който представлява свързано състояние на t -кварк и неговия антикварк. Потенциалната енергия на взаимодействие на двата кварка има вида

$$U(r) = ar + \frac{b}{r},$$

където a и b са константи. Като използвате нерелативистки модел и съотношението за неопределеност на Хайзенберг, намерете приближен израз за енергията на основното състояние на мезона. Приемете, че масата на кварка m е известна.

Задача 10. Фотон се разсейва върху неподвижен протон. Енергията на разсеяния фотон е равна на кинетичната енергия на протона на откат, като ъгълът между посоките на движение на разсеяния фотон и протона е 90° . Определете енергията на налитащия фотон ε_γ , ако $m_p c^2 = 938,3 \text{ MeV}$.