

ти кількість витків вторинної обмотки, якщо напруга на ній 36 В. [720]

**3.162.** Який магнітний потік пронизує котушку індуктивності 20 мГн при силі струму 10 А? [0,2 Вб]

**3.163.** Котушка індуктивності 10 мГн має 1000 витків тонкого дроту. Магнітний потік, що пронизує кожний виток становить 50 мкВб. Знайти силу струму в котушці. [5 А]

**3.164.** Знайти індуктивність котушки, якщо амплітуда напруги на її кінцях становить 160 В, амплітуда сили струму 10 А, частота струму 50 Гц. [50 мГн]

**3.165.** Знайти індуктивність котушки, якщо при зміні сили струму через неї на 2 А за час 0,25 с в ній виникла ЕРС самоіндукції 20 мВ. [2,5 мГн]

## Коливання та хвилі

### Механічні та електричні коливання

**4.1.** Рівняння коливань точки має вигляд:  $x = 0,01 \cdot \cos(\pi t - \pi/6)$ , де  $x$  виражено в метрах. Знайти амплітуду коливань, період, початкову фазу. Побудувати графіки залежності координати, швидкості та прискорення точки від часу. [1 см; 2 с;  $-\pi/6$ ]

**4.2.** Точка здійснює коливання за законом косинуса. Амплітуда коливань дорівнює 5 см, період 4 с, початкова фаза  $\pi/4$ . Записати рівняння коливань. Знайти зміщення точки від положення рівноваги в моменти часу 0 та 1,5 с. [ $x = 0,05 \cos(\pi/2 + \pi/4)$ ; 3,5 см, - 5 см]

**4.3.** Знайти циклічну частоту і амплітуду гармонічних коливань точки, якщо на відстанях 3 і 5 см від положення рівноваги її швидкість дорівнювала 10 і 6 см/с, відповідно. [2 с<sup>-1</sup>; 5,83 см]

**4.4.** В деякий момент часу зміщення точки, що здійснює коливання, дорівнює 5 см. Коли фаза коливань зросла вдвічі, зміщення дорівнює 8 см. Знайти амплітуду коливань. [8,33 см]

**4.5.** Знайти амплітуду зміщення та частоту гармонічних коливань, якщо відомі амплітуда швидкості 4 см/с і прискорення 10 см/с<sup>2</sup>. [1,6 см; 2,5 с<sup>-1</sup>]

**4.6.** Знаючи амплітуду гармонічних коливань (0,1 м) та амплітуду швидкості (0,42 м/с), знайти період коливань. [1,5 с]

**4.7.** В коливальному русі з частотою 100 Гц точка проходить шлях 2,5 м за 6,25 с. Знайти амплітуду коливань точки. [1 мм]

**4.8.** Який шлях при коливаннях з амплітудою 10 см проходить точка за 1/6 частину періоду, якщо початкове зміщення дорівнювало амплітуді? [5 см]

**4.9.** Точка виконує гармонічні коливання. Максимальна швидкість дорівнює 10 м/с. Знайдіть середню швидкість точки за час половини періоду. [6,37 м/с]

**4.10.** Частинка виконує гармонічні коливання за законом  $x = 0,1 \cdot \sin(2\pi t)$ , де  $x$  вимірюється в метрах. Знайти середню швидкість за період коливань  $T$ ; за час  $T/4$ . [0,4 м/с; 0,4 м/с]

**4.11.** За один і той же час один маятник робить 50 коливань, другий 40. Знайти довжини цих маятників, якщо один з них на 45 см коротший за другий. [0,8 м; 1,25 м]

**4.12.** Якої довжини повинна бути нитка математичного маятника, щоб період його малих коливань дорівнював 1 с? Чому дорівнює період коливань маятника, довжина нитки якого 1 м? [0,248 м; 2 с]

**4.13.** На одній вертикалі в стіну вбито два гвіздки, відстань між якими 0,5 м. До верхнього гвіздка прив'язано нитку довжиною 1 м, на кінці якої висить кулька. Кульку відводять з положення рівноваги і відпускають. Знайти період коливань цього маятника. [1,7 с]

**4.14.** Математичний маятник здійснив 50 коливань за 2 хв. Знайти: період коливань, частоту, циклічну частоту коливань і довжину маятника. [2,4 с; 0,417 Гц; 2,6 с<sup>-1</sup>; 1,43 м]

**4.15.** Записати рівняння коливань кульки на пружині, якщо амплітуда коливань дорівнює 2 см, період коливань 4 с. Коливання починаються з положення, де пружина найбільше деформована. [0,02cos( $\pi t/2$ )]

**4.16.** Кулька масою 50 г з'єднана з пружиною жорсткістю 20 Н/м. Нехтуючи силами опору, знайти період малих коливань кульки. [0,314 с]

**4.17.** Кульку, що висить на пружині, відтягнули вниз на 3 см від положення рівноваги і надали їй швидкості 1 м/с. Після цього кулька здійснює вертикальні гармонічні коливання з циклічною частотою 25 рад/с. Знайти амплітуду цих коливань. [5 см]

**4.18.** Вертикальна пружина розтягується підвішеною до неї гирею на 1 см. Знайти період малих коливань гири на цій пружині. [2 с]

**4.19.** Куля висить на двох, з'єднаних паралельно, пружинах жорсткістю 2 Н/м і 3 Н/м. Період малих коливань кулі дорівнює 2 с. Знайти масу кулі. [0,5 кг]

4.20. Куля масою 2 кг висить на пружинах, які з'єднані послідовно. Коефіцієнти жорсткості пружин дорівнюють 20 Н/м та 33,3 Н/м. Знайти період коливань кулі. [~2,5 с]

4.21. У вагоні, що рухається по прямій з прискоренням  $2,2 \text{ м/с}^2$ , висить математичний маятник на нитці довжиною 1,2 м. Знайти положення рівноваги маятника і період його коливань, якщо площина коливань паралельна рейкам. [ $13^\circ$ ; 2,17 с]

4.22. Знайти період малих коливань математичного маятника, кулька якого масою 1 г несе заряд 1 мкКл і знаходиться у вертикальному електричному полі з напруженістю 5 кВ/м, якщо довжина нитки становить 1 м. [1,67 с, або 2,86 с]

4.23. З яким прискоренням повинен рухатись ліфт, щоб період коливань математичного маятника дорівнював  $1,1T$ , де  $T$  - період його коливань у нерухомому ліфті. [вниз,  $1,7 \text{ м/с}^2$ ]

4.24. Математичний маятник опускають в рідину, при цьому період його малих коливань зростає в 1,2 рази. У скільки разів густина рідини менша ніж густина матеріалу кульки маятника? Опором рідину руху маятника знехтувати. [3,27]

4.25. Знайти період коливань математичного маятника, який підняли на висоту  $R/2$  над поверхнею Землі, та маятника, який опустили у шахту глибиною  $R/2$  ( $R$  - радіус Землі), якщо на поверхні Землі період його коливань становить 2 с. Землю вважати однорідною кулею. [3 с; 2,82 с]

4.26. Як зміниться період коливань математичного маятника на Марсі, якщо маса Марса в 9,3 рази, а радіус в 1,9 рази менший ніж радіус Землі? [зростає в 1,6 рази]

4.27. Знайти період малих коливань ареометра, який штовхнули в вертикальному напрямі. Маса ареометра 50 г, радіус його трубки 3,2 мм, густина рідини  $1 \text{ г/см}^3$ . Опором рідини знехтувати. [2,5 с]

4.28. Після завантаження корабля період його коливань по вертикалі збільшився з 7 до 7,5 с. Знайти масу вантажу. Переріз по ватерлінії дорівнює  $500 \text{ м}^2$ . Характер руху води довкола корабля вважати незмінним. [900 т]

4.29. Тіло маси 0,1 кг прикріплено до пружини. Його рух вздовж осі ОХ описується рівнянням  $x = 0,02 \cos(\pi t - \pi/6)$ , м. Знайти силу, що діяла на тіло в момент часу  $t = 0$ . Чому дорівнює жорсткість пружини? [~17 мН; ~1 Н/м]

4.30. Сила, що діє на матеріальну точку маси 0,5 кг, змінюється за законом  $F = 0,2 \sin(\pi t/4 + \pi/6)$ , Н. Знайдіть амплітуду коливань і мак-

симальну швидкість точки. [64,8 см; 0,5 м/с]

4.31. Амплітуда коливань тіла, яке скріплене з горизонтальною пружиною жорсткістю 1200 Н/м дорівнює 0,1 м. Знайти кінетичну, потенціальну і повну енергії при фазі  $50^\circ$ . [3,52 Дж; 2,48 Дж; 6 Дж]

4.32. Гиря масою 400 г коливається на пружині жорсткістю 250 Н/м. Амплітуда коливань 1 см. Знайдіть частоту, повну механічну енергію коливань та амплітуду швидкості. [ $25 \text{ с}^{-1}$ ; 1,25 мДж; 0,25 м/с]

4.33. Тіло масою 100 г виконує гармонічні коливання за законом  $x = 0,2 \cdot \sin(10\pi t + \pi/2)$ . За який час кінетична енергія тіла зменшиться від 1,5 до 1 Дж? [0,85 мс]

4.34. Амплітуда коливань точки 2 см, повна енергія 0,3 мкДж. При якому зміщенні з положення рівноваги на точку діє сила 22,5 мкН? [1,5 см]

4.35. Частота гармонічних коливань тіла 1 Гц, повна енергія коливань 60 мкДж, максимальна повертаюча сила 3 мН, початкова фаза  $\pi/3$ . Записати рівняння коливань цього тіла. [ $0,04 \sin(2\pi t + \pi/3)$ ]

4.36. Знайти потенціальну енергію математичного маятника масою 200 г в положенні, яке відповідає куту відхилення нитки від вертикалі  $10^\circ$ , якщо частота коливань маятника 0,5 Гц. [30 мДж]

4.37. Коливальний контур має конденсатор ємністю 800 пФ і котушку індуктивності 2 мкГн. Знайти період власних коливань в контурі. [250 нс]

4.38. У скільки разів зміниться частота власних коливань в контурі, якщо ємність конденсатора збільшити в 25 раз, а індуктивність зменшити в 16 раз? [Зменшиться в 1,25 рази]

4.39. В коливальному контурі паралельно конденсатору включили інший конденсатор, ємність якого вдвічі більша. При цьому частота коливань у контурі зменшилась на 300 Гц. Знайти початкову частоту коливань. [710 Гц]

4.40. Частота коливань у контурі, що має конденсатор ємністю 1 мкФ, становить 400 Гц. Якщо паралельно конденсатору підключити конденсатор ємністю  $C_1$ , то частота коливань стає 100 Гц. Знайти ємність конденсатора  $C_1$ . [75 мкФ]

4.41. У скільки разів зміниться період власних коливань в контурі, якщо між обкладками конденсатора ввести діелектричну пластину з проникністю 8, товщина якої в два рази менша ніж відстань між обкладками? [ $T_2/T_1 = 4/3$ ]

4.42. У плоский конденсатор коливального контуру вставили скляну пластинку ( $\epsilon = 7$ ), товщина якої дорівнює відстані між плас-

тинами, а площа вдвічі менша площі обкладок. У скільки разів змінюється частота коливань у контурі? [Зменшиться у 2 рази]

**4.43.** Коливальний контур радіоприймача має конденсатор ємністю 20 пФ і приймає довжину хвилі 5 м. Знайти індуктивність котушки і частоту власних коливань у контурі. [0,035 мкГн; 60 МГц;]

**4.44.** У коливальному контурі індуктивність котушки становить 0,2 Гн, а амплітуда сили струму дорівнює 40 мА. Визначити енергію електричного поля конденсатора і магнітного поля котушки в той момент, коли миттєве значення сили струму буде в 2 рази менше, ніж амплітудне значення. [120 мкДж; 40 мкДж]

**4.45.** Конденсатор коливального контура ємністю 10000 пФ зарядили до напруги 100 В і підключили до котушки індуктивності 10 мГн. Яку амплітуду має сила струму в контурі? [0,1 А]

**4.46.** Амплітуда струму в коливальному контурі 1 мА, амплітуда заряду на конденсаторі - 10 мкКл. Знайти період коливань у контурі. [62,8 мс]

**4.47.** Чому дорівнює енергія електричного поля конденсатора в коливальному контурі в момент максимуму струму в котушці? [0]

**4.48.** Прямокутна рамка, сторони якої 20 см та 25 см, має 100 витків тонкого дроту. Рамка обертається в магнітному полі з індукцією 0,1 Тл, вектор якого перпендикулярний до осі обертання. Максимальне значення ЕРС індукції в рамці дорівнює 157 В. Знайти частоту обертання рамки. [50 об/с]

**4.49.** Прямокутна дротяна рамка обертається з частотою 10 об/с в магнітному полі, вектор індукції якого перпендикулярний до осі обертання. Амплітуда ЕРС на затискачах рамки становить 3 В. Який максимальний потік магнітної індукції пронизує рамку? Яка кількість теплоти виділяється за 1 хв у відрізок ніхромового дроту завдовжки 10 м і діаметром 0,4 мм, який приєднаний до клем рамки? [47,7 мВб; 3 Дж]

### Хвилі

**4.50.** На поверхні озера збуджено хвилю, яка дійшла до берега за 1 хв. Відстань між гребнями хвиль 1,5 м, час між ударами хвиль об берег 1 с. На якій відстані від берега збуджено хвилю? [90 м]

**4.51.** На поверхні води поширюється хвиля зі швидкістю 2,4 м/с при частоті коливань 2 Гц. Якою буде різниця фаз коливань у точках, що лежать на одному промені і віддалених одна від одної на 10, 60 та

90 см? [0,52 рад; 3,14 рад; 4,7 рад]

**4.52.** Коливання джерела звукових хвиль має вигляд  $x = 5 \cos 3140t$  (мкм). Чому дорівнюють зміщення від положення рівноваги швидкості та прискорення точки, яка віддалена від джерела на 340 м, через 1 с після початку коливань? [0; 0; 49,3 м/с<sup>2</sup>]

**4.53.** Звук пострілу та куля одночасно досягають висоти 680 м. Постріл зроблено вертикально. Визначити початкову швидкість кулі. Опором повітря знехтувати. [350 м/с]

**4.54.** Рух певної точки хвилі описується рівнянням  $x = 0,05 \cdot \cos 2\pi t$  (м). Написати рівняння руху точок, що лежать на промені, вздовж якого поширюється хвиля, і віддалені на 15 та 30 см від заданої точки. Швидкість поширення хвиль 0,6 м/с. [ $x_1 = 0,05 \cdot \sin 2\pi t$  (м);  $x_2 = -0,05 \cdot \cos 2\pi t$  (м)]

**4.55.** Точка Р хвилі коливається за законом  $x = 3 \cdot \sin 20\pi t$  (см). Знайти фазу та зміщення точки В, яка віддалена від точки Р на 5 м у напрямку розповсюдження хвилі, через 0,1 с після початку коливань в точці Р. Швидкість хвилі 200 м/с. [4,71 рад; -3 м/с]

**4.56.** Відстань між гребнями хвиль у морі становить 5 м. Коли катер іде проти вітру, то хвилі б'ють у корпус катера 4 рази за секунду, а коли за вітром - 2 рази. Визначити швидкість катера і хвилі. [15 м/с; 5 м/с]

**4.57.** Хвиля має частоту 10 Гц. Різниця фаз двох точок, які знаходяться на одній прямій з джерелом хвилі і лежать на відстані 100 см одна від одної, дорівнює  $\pi/4$ . Знайти швидкість поширення хвилі в цьому середовищі. [80 м/с]

**4.58.** Що потрібно зробити для переходу на приймання коротких хвиль: наблизити чи віддаляти пластини конденсатора коливального контура радіоприймача? [віддаляти]

**4.59.** Який діапазон частот приймача метрового діапазону, на шкалі якого написані довжини хвиль від 100 до 500 м? [від 500 кГц до 3 МГц]

**4.60.** Коливальний контур має конденсатор ємністю 20 пФ і приймає хвилі довжиною 5 м. Знайти індуктивність котушки і частоту власних коливань контура. [0,35 мкГн; 60 МГц]

**4.61.** У якому діапазоні довжин хвиль може працювати радіоприймач, якщо ємність конденсатора в його коливальному контурі змінюється від 50 до 500 пФ, а індуктивність котушки стала і

дорівнює 20 мкГн? [від 60 до 189 м]

4.62. На якій відстані від радіолокатора перебуває об'єкт, якщо відбитий від нього радіосигнал повернувся назад через 200 мкс? [30 км]

4.63. Електромагнітні хвилі розповсюджуються в деякому середовищі зі швидкістю 200 Мм/с. Яку довжину хвилі має електромагнітне коливання у середовищі, якщо їх частота у вакуумі 1 МГц? [200 м]

## Оптика

### Закони відбивання і заломлення світла

5.1. Довжина тіні вертикального стовпа висотою 1,5 м у сонячний день становить 2 м. Довжина тіні заводської труби в цей же час дорівнює 50 м. Знайти висоту труби. [37,5 м]

5.2. Лампа знаходиться у матовій скляній кулі радіусом 20 см на висоті 5 м над підлогою. Під лампою на висоті 1 м над підлогою тримають м'яч радіуса 10 см. Які радіуси мають тінь та напівтінь на підлозі? [7,5 см; 17,5 см]

5.3. Падаючий на плоске дзеркало і відбитий промені утворюють кут  $120^\circ$ . Чому дорівнює кут падіння? [ $60^\circ$ ]

5.4. Якою повинна бути мінімальна висота вертикального дзеркала, щоб людина могла побачити своє зображення у повний зріст, не змінюючи положення голови? [Половина зросту]

5.5. Потрібно освітити дно колодязя, направивши на нього сонячні промені. Як це можна зробити, якщо висота Сонця над горизонтом становить  $45^\circ$ ? [Поставити дзеркало під кутом  $67,5^\circ$  до горизонту]

5.6. Предмет, який знаходиться перед плоским дзеркалом, пересунули вздовж прямої, яка напрямлена під кутом  $30^\circ$  до площини дзеркала, на відстань 40 см. На скільки змінилася відстань між предметом та його зображенням? [40 см]

5.7. Плоске дзеркало, на яке падає світло, повертають на кут  $15^\circ$  навколо осі, яка лежить у площині дзеркала. На який кут при цьому повернеться відбитий промінь? [ $30^\circ$ ]

5.8. Точкове джерело світла розташоване на висоті 2,5 м над підлогою у кімнаті з висотою стелі 4 м. Під джерелом на підлозі лежить плоске дзеркальце діаметром 5 см. Якого діаметра «зайчик» бу-

де від нього на стелі? [13 см]

5.9. На якій висоті знаходиться аеростат, якщо з башти висотою  $H$  його можна бачити під кутом  $\varphi_1$  до горизонту, а його зображення в озері - під кутом  $\varphi_2$ ? [ $H \sin(\varphi_1 + \varphi_2) / \sin(\varphi_1 - \varphi_2)$ ]

5.10. Точкове джерело світла розташоване між двома плоскими перпендикулярними одне одному дзеркалами. Скільки зображень при цьому можна одержати?

5.11. Два плоских дзеркала утворюють між собою гострий двограний кут. Між дзеркалами знаходиться світлова точка так, що відстань від неї до її зображення у першому дзеркалі 6 см, а у другому - 8 см. Відстань між зображеннями 10 см. Чому дорівнює кут між дзеркалами? [ $90^\circ$ ]

5.12. Два плоских дзеркала утворюють двограний кут  $60^\circ$ . У площині, яка перпендикулярна до ребра кута, на них падає промінь світла. Який кут між собою утворюють падаючий та відбитий від дзеркал промені? [ $120^\circ$ ]

5.13. Два плоских дзеркала утворюють гострий двограний кут. На них падає промінь світла, який лежить у площині, перпендикулярній ребру кута. Як зміниться кут між падаючим та відбитим променями при повороті дзеркал на невеликий кут навколо ребра двограного кута? [0]

5.14. Склянка має товщину дна 5 мм. Чому дорівнює висота води у склянці, якщо час проходження світла через воду і дно склянки однакові? [5,625 мм]

5.15. Знайти показник заломлення скипидару і швидкість поширення світла в ньому, якщо при куті падіння  $45^\circ$  кут заломлення дорівнює  $30^\circ$ . [1,4;  $2,12 \cdot 10^8$  м/с]

5.16. Промінь падає на поверхню скла під кутом  $60^\circ$ . Під яким кутом має впасти промінь на поверхню води, щоб кут заломлення був такий самий? [ $50^\circ$ ]

5.17. Під яким кутом повинен падати промінь світла на поверхню сірковуглецю, щоб кут заломлення був удвічі менший кута падіння? [ $35^\circ$ ]

5.18. Промінь світла падає з повітря на поверхню скла під кутом  $40^\circ$ . На скільки зміниться кут заломлення, якщо кут падіння зросте на  $20^\circ$ ? [ $9,9^\circ$ ]

5.19. При якому куті падіння світла на границю між двома про-