

Міністерство освіти і науки України
Івано-Франківський коледж
ДВНЗ «Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника»

Гоцанюк Т.В.

**Збірник задач для проведення
практичних занять з курсу
«Природничі науки: фізика і астрономія»**

Івано-Франківськ, 2019

УДК 53(076.5)+52(076.5)

*Рекомендовано до друку педагогічною радою Івано-Франківського коледжу
ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»
(протокол №3 від 30 січня 2019 року)*

Рецензенти:

кандидат хімічних наук

Бойчук Володимира Михайлівна,

доцент кафедри теоретичної та експериментальної
фізики ДВНЗ «Прикарпатський національний
університет імені Василя Стефаника»

викладач вищої категорії, викладач-методист

Петрашук Оксана Петрівна,

викладач хімії Івано-Франківського коледжу ДВНЗ
«Прикарпатський національний університет імені
Василя Стефаника»

Гоцанюк Т.В.

Збірник задач для проведення практичних занять з курсу
«Природничі науки: фізика і астрономія» / Гоцанюк Тетяна
Василівна. – Івано-Франківськ: ДВНЗ «Прикарпатський
національний університет імені Василя Стефаника», 2019. – 89 с.

Збірник розроблено з метою забезпечення підготовки до виконання
практичних занять з курсу «Природничі науки: фізика і астрономія».

Методична розробка призначена для студентів, викладачів.

УДК 53(076.5)+52(076.5)

© Гоцанюк Т.В., 2019

© ДВНЗ «Прикарпатський національний
університет імені Василя Стефаника»

Вступ

Фізика — природнича наука, яка досліджує загальні властивості матерії та явищ у ній, а також виявляє загальні закони, які керують цими явищами. Це наука про закономірності природи в широкому сенсі цього слова. Фізики вивчають поведінку та властивості матерії в широких межах її проявів, від субмікроскопічних елементарних частинок, з яких побудоване все матеріальне (фізика елементарних частинок), до поведінки всього Всесвіту як єдиної системи (космологія).

Найважливішою формою організації навчальної діяльності студентів є розв'язування фізичних та астрономічних задач з пізнавальним і прикладним значенням. Зазвичай велика роль при цьому належить текстовим задачам, в яких вихідні дані подані вже у готовому вигляді. Робота студентів зводиться до відшукування відповідності між даними задачі і шуканими величинами. Розв'язування таких задач не розвиває спостережливості студентів. Текстові задачі мало сприяють формуванню умінь і навичок практичної діяльності, в якій студенти повинні самостійно визначати вихідні дані, аналізувати задану ситуацію, правильно користуватися приладами. Звичайно, найкращим видом занять, що сприяють застосуванню теоретичних знань на практиці це лабораторні роботи. Але відсутність обладнання, організаційні проблеми не дають можливості їх реалізувати. В таких умовах доцільними є матеріали, в яких вся інформація, необхідна для розв'язання задачі, відображена рисунком (фотографією), тобто вона представлена у матеріалізованому вигляді. Введення у процес навчання дидактичних матеріалів такого типу, які називають наочними задачами, не вимагає додаткового навчального часу і не заміняє практичні, лабораторні заняття, а навпаки, готує студентів до практичної діяльності.

Задачі даного збірника складаються з графічної частини (рисунка, графіка) і текстового завдання. Графічна частина відображає реальну ситуацію, яку студент може спостерігати на практиці. Вихідні дані для розв'язування задач студент одержує самостійно в результаті аналізу зображеної ситуації, що є основою діяльності студента і є запорукою успіху у процесі формування практичних умінь і навичок студентів на парах фізики та астрономії.

Задачі охоплюють теми: Механіка, Молекулярна фізика і термодинаміка, Електродинаміка, Коливання та хвилі, Оптика та основи теорії відносності, Атомна і ядерна фізика, Розвиток знань про Всесвіт, Вивчення Всесвіту і його складових. Вибір питань задачі здійснюється викладачем у відповідності з метою уроку.

Використання наочних задач на парах фізики та астрономії допоможе не тільки формувати практичні уміння і навички студентів, але і сприятиме розвитку їх логічного мислення, спостережливості, підвищенню міцності знань з фізики та астрономії і застосуванню їх на практиці, що є основою політехнічного виховання студентів.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. Механіка	6
Кінематика	6
Динаміка	17
Закони збереження	23
РОЗДІЛ 2. Молекулярна фізика і термодинаміка	27
Властивості газів, рідин і твердих тіл	27
Основи термодинаміки	37
РОЗДІЛ 3. Електродинаміка	42
Електричне поле	42
Закони постійного струму	49
Струм у різних середовищах	55
Магнітне поле	58
Електромагнітна індукція	61
РОЗДІЛ 4. Коливання та хвилі	63
Механічні коливання та хвилі	63
Електромагнітні коливання і хвилі	68
РОЗДІЛ 5. Оптика та основи теорії відносності	73
Хвильова оптика	73
Елементи квантової фізики	78
Елементи теорії відносності	80
РОЗДІЛ 6. Атомна і ядерна фізика	82
РОЗДІЛ 7. Астрономія	84

РОЗДІЛ 1. Механіка

Кінематика

1. Визначаючи діаметр дроту за допомогою штангенциркуля, вимірювання проводили чотири рази. Було одержано такі результати: $d_1 = 2,2$ мм; $d_2 = 2,0$ мм; $d_3 = 2,0$ мм; $d_4 = 2,2$ мм. Обчисліть середнє значення діаметра дроту, випадкову похибку вимірювання, абсолютну та відносну похибки вимірювання. Округліть одержані результати й запишіть результат вимірювання у вигляді: $d = d_{\text{сер}} \pm \Delta d$.

2. Щоб довести закон збереження механічної енергії, провели експеримент. Отримали, що середня енергія системи тіл до взаємодії (W_1) дорівнювала 225 Дж, а після взаємодії (W_2) — 243 Дж. Оцініть відносну й абсолютну похибки експерименту.

3. Щоб визначити швидкість прямолінійного рівномірного руху візка, провели експеримент. Пройдений шлях вимірювали рулеткою, а час — секундоміром із відносною систематичною похибкою 1 % (клас точності 1). Вимірювання проводили 5 разів. Показання рулетки щоразу залишалися незмінними й дорівнювали 1 м. У ході вимірювання часу було одержано такі результати: $t_1 = 5,6$ с; $t_2 = 5,8$ с; $t_3 = t_4 = 5,3$ с; $t_5 = 5,5$ с. Використовуючи наведені результати, обчисліть середнє значення швидкості руху візка, відносну й абсолютну похибки вимірювання швидкості. Округліть одержані результати та запишіть результат вимірювання у вигляді: $v = v_{\text{сер}} \pm \Delta v$.

4. Чи можна додавати вектор швидкості та вектор сили? Чому?

5. Перенесіть у зошит рис. 1. Для кожного випадку знайдіть суму та різницю двох векторів.

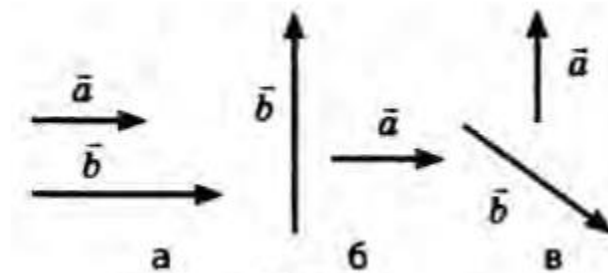


Рис. 1.

6. Перенесіть у зошит рис. 2. Для кожного випадку знайдіть суму трьох векторів.

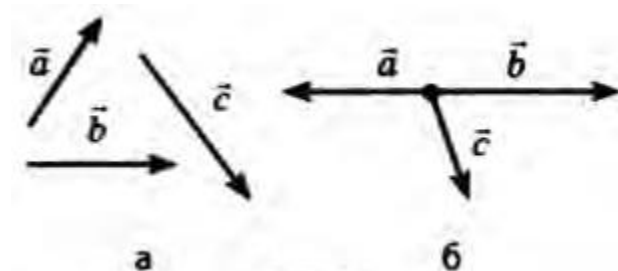


Рис. 2.

7. Визначте проекції векторів на осі координат (рис. 3).

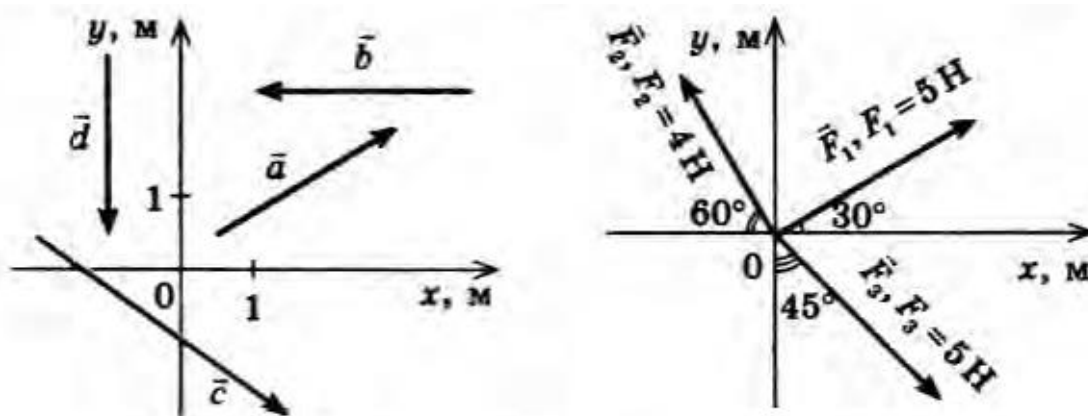


Рис. 3.

8. Вимірявши розміри дерев'яного бруска, школяр одержав такі результати: $l = 6,3$ см, $d = 12,1$ см, $h = 84$ мм. Обчисліть об'єм бруска.

9. Побудуйте графік функції: а) $y = 2x - 6$; б) $v_x = -3t + 9$; в) $y = -x^2 + 4x - 4$; г) $s_x(t) = t^2 + t$; д) $x(t) = 2t^2 - 4t - 6$.

10. Чи є поступальним рух вашого рюкзака, коли ви піднімаєте його з підлоги і ставите (не обертаючи) на парту? коли ви розмахуєте ним, спускаючись сходами?

11. Відносно якого тіла відліку розглядають рух, коли кажуть: а) швидкість течії річки 3 м/с; б) повз автомобіль пролітають придорожні стовпи; в) сонце вранці встає на сході, а ввечері сідає на заході; г) капелюх непорушно лежить на поверхні річки?

12. Якою системою координат (одновимірною, двовимірною чи тривимірною) ви скористаєтеся, розглядаючи такі рухи: політ бджоли; катання на ковзанах; спуск із гори на лижах; падіння каменя; рух ліфта; біг на 60 м; гра у футбол?

13. Дано точки з координатами: а) $A(-10)$; б) $B(100)$; в) $C(-5; 6)$; г) $D(0,3; 0,8)$; д) $E(4; 6; 8)$. Накресліть у зошиті відповідні системи координат і зобразіть на них зазначені точки.

14. Уявіть, що вам електронною поштою призначили зустріч четверо друзів. Один написав: «Зустрінемося о 15.00 за 100 метрів від кав'ярні “Апельсин”»; другий: «Зустрінемося о 15.00 за 100 метрів від кав'ярні “Апельсин” у напрямку до найближчої станції метро»; третій: «Зустрінемося о 15.00»; четвертий: «Зустрінемося за 100 метрів від кав'ярні “Апельсин” у напрямку до найближчої станції метро». З ким із ваших друзів зустріч відбудеться напевно? Чому з іншими вона навряд чи відбудеться?

15. Поясніть, у яких випадках можна вважати матеріальною точкою такі тіла: а) автомобіль; б) ракету; в) Землю; г) людину.

16. Вертоліт підіймається вертикально. Зобразіть траєкторію руху точки, розташованої на лопаті гвинта, відносно пілота; відносно Землі.

17. Футболіст пробігає за матч близько 10 км. Що означає це число — шлях чи модуль переміщення? Яким може виявитися мінімальний модуль переміщення футболіста за матч?

18. Чи є шлях і переміщення величинами відносними (чи залежать вони від вибору системи координат)?

19. З яким тілом потрібно пов'язати СВ, щоб ваші шлях і переміщення в будь-який момент часу дорівнювали нулю?

20. М'яч, кинутий вертикально вгору, піднявся на висоту 5 м і впав на те саме місце, з якого був кинутий. Визначте шлях і модуль переміщення м'яча.

21. Автомобіль рухається на повороті дороги, який являє собою половину дуги кола радіусом 20 м. Визначте шлях і модуль переміщення автомобіля під час повороту.

22. У початковий момент часу тіло перебувало в точці з координатами $x_0 = 4$ м, $y_0 = -3$ м. Через певний проміжок часу тіло перемістилося в точку з координатами $x = -4$ м, $y = 3$ м. Накресліть вектор переміщення та знайдіть його проекції на осі координат. Визначте модуль переміщення. Чи можна, використовуючи дані задачі, визначити шлях, пройдений тілом?

23. Потяг 10 хв рухається рівномірно прямолінійною ділянкою шляху завдовжки 5 км. Визначте швидкість руху потяга. Що зазначено в завданні - шлях чи переміщення?

24. Які з наведених нижче формул описують рівномірний прямолінійний рух? Для кожного випадку рівномірного прямолінійного руху визначте проекцію швидкості, початкову координату та напрямок руху тіла: а) $x=10-2t$; б) $x=5t$; в) $x=10 - 2,5t+2t^2$; г) $x= - 8+4t$; д) $x=-2,5t^2$.

25. Тіло рухається в напрямку, протилежному напрямку осі ОХ, з постійною швидкістю 18 км/год. Початкова координата тіла дорівнює 30 м. Запишіть рівняння координати. Знайдіть координату тіла та модуль його переміщення через 10 с після початку спостереження.

26. На рис. 4 наведено графік руху автомобіля з різною швидкістю в різні проміжки часу. Скориставшись графіком, визначте: а) за який проміжок часу швидкість руху автомобіля була найбільшою; найменшою; б) коли автомобіль зупинився; в) скільки часу він перебував у стані спокою; г) коли напрямок його руху збігався з напрямком осі ОХ; г) коли автомобіль рухався в напрямку, протилежному напрямку осі ОХ. Визначте модуль переміщення тіла за перші 10 хв руху та за весь час руху.

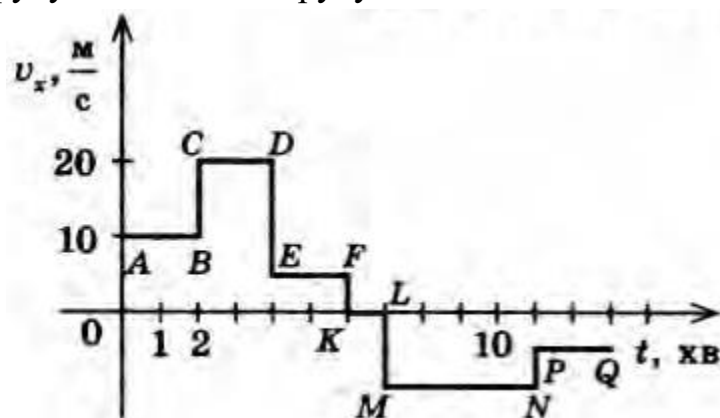


Рис. 4.

27. Два катери, які розташовані на відстані 1500 м один від одного, почали рух назустріч один одному з постійними швидкостями 25 і 50 м/с. Визначте час і місце зустрічі катерів. Побудуйте графіки координати та швидкості руху для кожного катера.

28. За поданими на рис. 5 графіками запишіть рівняння залежності $x(t)$.

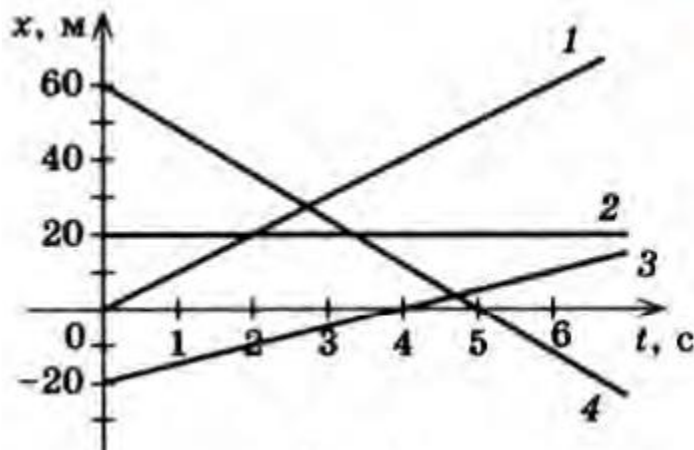


Рис. 5.

29. Уздовж осі ОХ рухаються два тіла. Рівняння залежності їхніх координат від часу мають вигляд: $x_1 = -4 + t$; $x_2 = 10 - 2t$. Опишіть рухи цих тіл. Знайдіть час і місце їхньої зустрічі. Побудуйте графіки залежності $x(t)$ та $v_x(t)$ для кожного тіла.

30. Скориставшись рис. 6, запишіть рівняння руху кожного транспортного засобу. Визначте час і місце зустрічі вантажного автомобіля і велосипеда, легкового автомобіля і велосипеда, а також те, де й коли легковий автомобіль обжене вантажний.

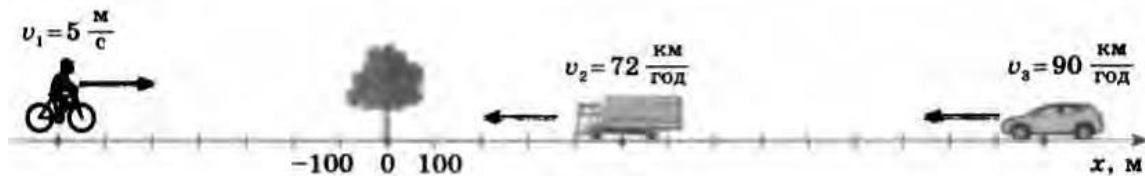


Рис. 6.

31. Рибалка перепливає річку на човні, утримуючи його перпендикулярно до напрямку течії. Швидкість v_1 руху човна відносно води — 4 м/с, швидкість v_2 течії річки — 3 м/с, ширина l річки — 400 м.

- Як напрямлена швидкість v човна відносно берега?
- за який час t човен перепливе річку?
- за який час t_1 човен переплив би річку, якби не було течії?
- Якими є модуль переміщення s і модуль швидкості v руху човна відносно берега?
- На якій відстані s_2 униз за течією від вихідної точки човен досягне протилежного берега?

32. Моторний човен розвиває швидкість 10 м/с відносно води. Швидкість течії річки дорівнює 1 м/с. Якою є швидкість моторного човна відносно берега під час його руху за течією? проти течії?

33. Крилата насінина набуває незмінної швидкості падіння $0,3 \text{ м/с}$, практично відразу після початку падіння з верхівки дерева. На якій відстані від основи дерева впаде насінина, якщо швидкість вітру напрямлена горизонтально та дорівнює 1 м/с , а висота дерева становить 50 м ? Яким є переміщення насінини відносно поверхні Землі?

34. Літак летить на південь зі швидкістю 540 км/год відносно повітря крізь повітряний потік, що рухається на схід зі швидкістю 250 км/год . Яким є напрямок руху літака відносно поверхні Землі? Який шлях відносно Землі пролетить літак за 15 хв ?

35. Пілотові літака, що летить зі швидкістю 300 км/год відносно повітря, потрібно потрапити до міста, розташованого на відстані 600 км на північ. Із заходу дме вітер зі швидкістю 40 км/год . Яким курсом має летіти літак? Скільки часу триватиме рейс?

36. Ширина річки 150 м , швидкість її течії - 1 м/с . Плавець перепливає цю річку, рухаючись зі швидкістю 2 м/с відносно води. Якими є швидкість і переміщення плавця відносно берега, якщо плавець рухається постійно перпендикулярно до течії річки? Скільки часу йому потрібно, щоб перепливти річку за таких умов, і на яку відстань його знесе течією?

37. Ескалатор піднімає людину, яка стоїть на ньому, за 1 хв . Якщо ескалатор нерухомий, а людина рухається, то її підняття займе 3 хв . Скільки часу займе підняття, якщо людина йтиме вгору рухомим ескалатором?

38. Від одного пункту до іншого мотоцикліст їхав зі швидкістю 72 км/год , а повертався зі швидкістю 48 км/год . Визначте модуль середньої векторної швидкості та середню шляхову швидкість мотоцикліста за весь час руху.

39. Першу ділянку шляху – завдовжки 120 м – лижник пройшов за 2 хв , а другу ділянку – завдовжки 30 м – за $0,5 \text{ хв}$. Знайдіть середню шляхову швидкість руху лижника.

40. Тіло рухається по дузі кола радіусом 4 м , описуючи при цьому траєкторію, яка являє собою половину дуги кола. Першу чверть кола тіло рухається зі швидкістю 2 м/с , а другу чверть – зі швидкістю 8 м/с . Визначте середню шляхову швидкість і середню векторну швидкість тіла за весь час руху.

41. Відомо, що третину шляху тіло рухалося зі швидкістю 36 км/год, а 300 м, які залишилися, воно пододало за 1 хв. Визначте, скільки часу рухалося тіло, обчисліть середню шляхову швидкість його руху.

42. Першу половину часу польоту літак рухався зі швидкістю 600 км/год, а решту часу – зі швидкістю 800 км/год. Знайдіть середню шляхову швидкість руху літака.

43. На рис. 7 подано графік залежності проекції швидкості тіла, яке рухається прямолінійно, від часу. Якою буде миттєва швидкість тіла через 1 с після початку руху? Через 1,5 с? через 4 с? Визначте переміщення тіла протягом останніх 3 с руху.

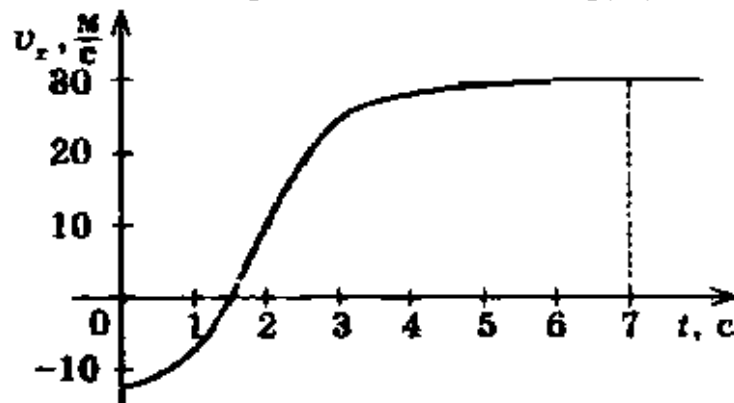


Рис. 7.

44. Автомобіль, що рухається зі швидкістю 90 км/год, зупиняється перед світлофором. Визначте час гальмування автомобіля, якщо вважати його рух рівноприскореним прямолінійним із прискоренням 5 м/с^2 .

45. Тіло рухалося прямолінійно вздовж осі ОХ. За поданим на рис. 8 графіком залежності $v_x(t)$: 1) опишіть характер руху тіла; 2) запишіть рівняння проекції швидкості руху; 3) побудуйте графік залежності проекції прискорення руху від часу.

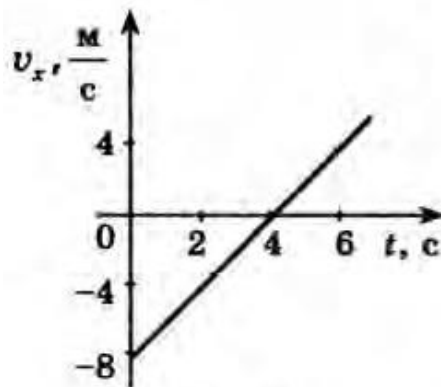


Рис. 8.

46. Визначте, з яким прискоренням рухається автомобіль, що рушає з місця, якщо відомо, що за 10 с він досягає швидкості 54 км/год.

47. Кульку штовхнули вгору по похилій площині, надавши швидкості 2 м/с. Визначте швидкість руху кульки через 0,5 с; через 1 с; через 1,5 с після початку руху. Прискорення руху кульки 2 м/с². Поясніть отримані результати.

48. Під час прямолінійного руху з постійним прискоренням 0,2 м/с² велосипедист сягає швидкості 5 м/с за 25 с. Якою була початкова швидкість руху велосипедиста?

49. Скільки часу потрібно автобусу для зміни швидкості руху від 54 км/год до 5 м/с? Прискорення автобуса є постійним і дорівнює 0,5 м/с².

50. На рис. 9 подано графіки залежності $a_x(t)$ для чотирьох тіл. Для кожного тіла запишіть рівняння залежності $v_x(t)$ і побудуйте графік цієї залежності. Вважайте, що $v_{01x} = -4$ м/с, $v_{02x} = 6$ м/с, $v_{03x} = 2,5$ м/с, $v_{04x} = -10$ м/с.

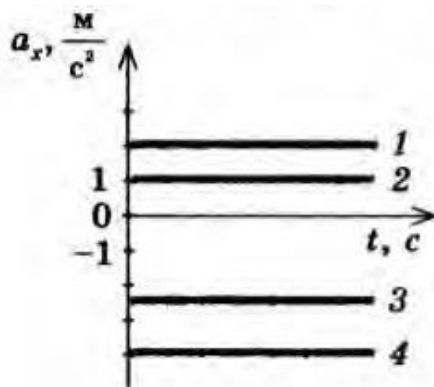


Рис. 9.

51. На рис. 10 подано графіки залежності $v_x(t)$ для чотирьох тіл. Для кожного тіла опишіть характер руху, запишіть рівняння швидкості руху, побудуйте графік залежності проекції прискорення від часу.

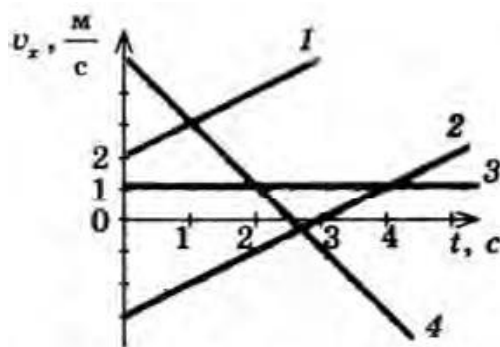


Рис. 10.

52. Тіло рухалося рівноприскорено тривалий час. На рис. 11 подано графік проекції швидкості руху цього тіла від певного моменту часу. Чи можливо визначити час, коли тіло змінило напрямок швидкості руху? Якщо можливо, то визначте цей час.

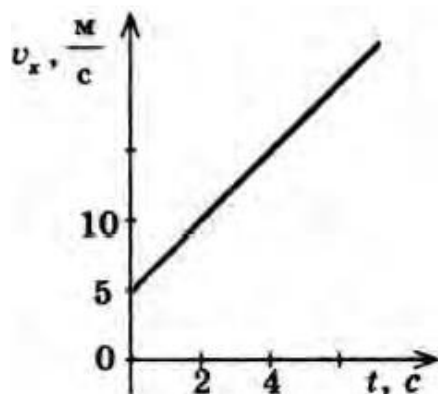


Рис. 11.

53. Лижник, що рухається зі швидкістю 1 м/с, починає спускатися з гори. Визначте довжину спуску, якщо лижник проїхав його за 10 с. Вважайте, що прискорення лижника було постійним і дорівнювало $0,5 \text{ м/с}^2$.

54. Пасажирський потяг загальмував, змінивши свою швидкість від 54 км/год до 5 м/с. Визначте відстань, яку пройшов потяг під час гальмування, якщо прискорення потяга було постійним і дорівнювало 4 м/с^2 .

55. Гальмо легкового автомобіля є справним, якщо при швидкості 8 м/с гальмівний шлях автомобіля дорівнює 7,2 м. Визначте час гальмування та прискорення руху автомобіля.

56. На рис. 12 подано графік залежності швидкості від часу для деякого тіла. Визначте шлях і проекцію переміщення тіла протягом 4 с після початку відліку часу. Запишіть рівняння координати, якщо в момент часу $t = 0$ тіло перебувало в точці з координатою -20 м .

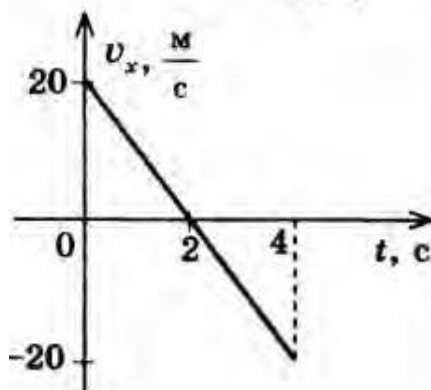


Рис. 12.

57. Рухи тіл задані рівняннями: а) $x_1 = 4 + 5t + 2t^2$; б) $x_2 = -9 + t - 0,5t^2$; в) $x_3 = 0,2t^2$; г) $x_4 = -5t - 3t^2$; д) $x_5 = 4 + 0,75t$. Для кожного випадку запишіть залежність $v_x(t)$; побудуйте графік цієї залежності; опишіть характер руху тіла.

58. Два автомобілі виїхали з одного пункту в одному напрямку, причому перший автомобіль виїхав на 20 с пізніше, ніж другий. Обидва автомобілі рухаються рівноприскорено з прискоренням $0,4 \text{ м/с}^2$. Через який проміжок часу після початку руху другого автомобіля відстань між ними становитиме 240 м?

59. Повітряна куля рівномірно піднімається зі швидкістю 2 м/с . На висоті 7 м від поверхні Землі з неї впустили невелике важке тіло. Через який проміжок часу тіло впаде на землю. Якою буде його швидкість у момент падіння? Падіння тіла вважати вільним.

60. М'яч кинули вертикально вгору з початковою швидкістю 20 м/с . Визначте швидкість руху м'яча та його переміщення через 3 с після початку руху.

61. Тіло кинули вертикально вгору з початковою швидкістю 30 м/с . На якій висоті швидкість руху тіла зменшиться в три рази?

62. Стрілу випустили з лука вертикально вгору зі швидкістю 10 м/с . Відомо, що через 2 с вона вже падала вниз із тією самою швидкістю. Визначте максимальну висоту польоту стріли, а також шлях і переміщення протягом цих 2 с.

63. Дві кульки розміщено на одній вертикалі на відстані 10 м одна від одної. Одночасно верхню кульку кидають вертикально вниз із початковою швидкістю 25 м/с , а нижню просто відпускають. Через який час кульки зіткнуться?

64. Від бурульки на даху відірвалася краплина. Який шлях подолає краплина за четверту секунду після моменту відриву?

65. На рис. 13 показано траєкторію автомобіля, який рухається з постійною швидкістю. У якій із зазначених точок траєкторії доцентрове прискорення автомобіля найбільше? Найменше?

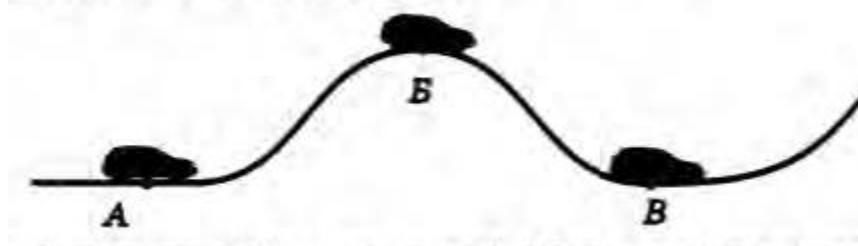


Рис.13.

66. Знайдіть кутову та лінійну швидкості обертання Землі навколо Сонця, вважаючи, що орбіта Землі – коло радіусом $1,5 \cdot 10^8$ км.

67. Радіус колеса велосипеда - 0,4 м. Скільки обертів за хвилину робить колесо, якщо швидкість руху велосипеда становить 15,7 м/с?

68. Автомобіль рухається зі швидкістю 36 км/год по опуклому мосту з радіусом кривизни 30 м. Чому дорівнює прискорення руху автомобіля та куди воно напрямлене?

69. Хвилинна стрілка годинника втричі довша за секунду. Якими є співвідношення між лінійними швидкостями та прискореннями руху кінців цих стрілок?

70. Запишіть рівняння руху тіла, яке рухається з кутовою швидкістю $\frac{1}{6}\pi \text{ с}^{-1}$ по дузі кола радіусом 10 м. Якими будуть координати тіла через 3 с після початку відліку часу?

Динаміка

1. Ви сидите на стільці — і ви, і стілець перебувають у стані спокою відносно Землі. Які тіла діють на стілець? на вас? Що ви можете сказати про ці дії?

2. Веслярі, що намагаються змусити човен рухатися проти течії, не можуть із цим упоратись, і човен перебуває у спокої відносно берега. Дії яких тіл при цьому компенсуються?

3. На рис. 14 зображено кілька тіл. З яким тілом ви пов'язали би СВ, щоб вона була інерціальною? неінерціальною? Відповідь обґрунтуйте.

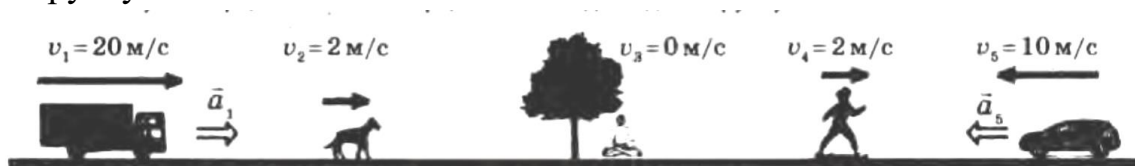


Рис.14.

4. На парашутиста в повітрі діють дві сили: сила притягання Землі, напрямом якої збігається з напрямком руху парашутиста і яка дорівнює 90 Н, і сила опору повітря, яка напрямлена проти руху парашутиста і теж дорівнює 90 Н. Знайдіть рівнодійну цих сил. Опишіть характер руху парашутиста.

5. Модуль рівнодійної сил, які діють на тіло у взаємно перпендикулярних напрямках, дорівнює 13 Н. Модуль однієї з цих сил дорівнює 12 Н. Чому дорівнює модуль другої сили?

6. На рис. 15 зображені сили, що діють на чотири тіла. Перенесіть рисунок до зошита. Для кожного випадку визначте графічно рівнодійну сил, з'ясуйте, чи має тіло прискорення. Свою відповідь обґрунтуйте.

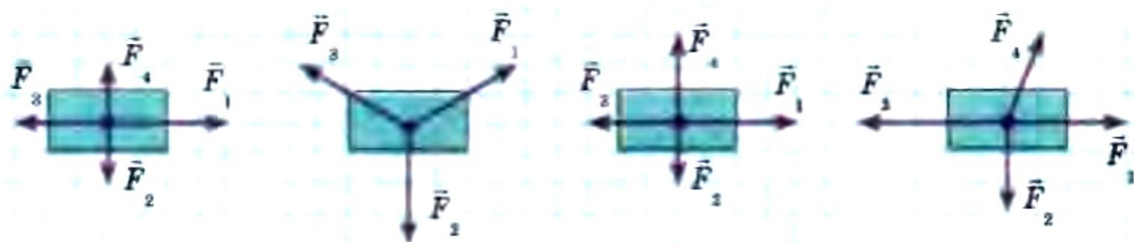


Рис. 15.

7. Сталевий візок, рухаючись зі швидкістю 4 м/с, зіткнулася з нерухомою алюмінієвою кошиком і після цього продовжив свій рух зі

швидкістю 1 м/с. Якій швидкості придбав алюмінієва візок, якщо його маса в три рази менше від сталевий візок?

8. Тіло масою 2 кг, яке рухається на південь, змінює швидкість свого руху внаслідок дії сили 10 Н, напрямленої на схід. Визначте модуль і напрямок прискорення тіла.

9. Кулька масою 200 г закріплена на невагомому стрижні й рівномірно рухається по колу радіусом 10 см (рис. 16). Які сили діють на кульку? Куди напрямлена їхня рівнодійна? Визначте її значення, якщо кулька здійснює 10 обертів за 5 с.

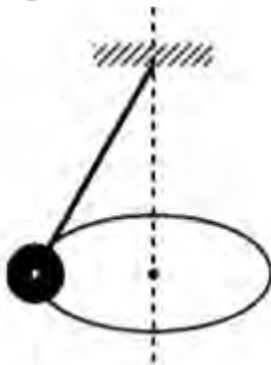


Рис. 16.

10. На тіло масою 5 кг діють дві взаємно перпендикулярні сили: 12 і 9 Н. Визначте прискорення цього тіла.

11. Під дією сили 15 кН тіло рухається прямолінійно так, що його координата змінюється за законом $x = -200 + 9t - 3t^2$. Обчисліть масу тіла.

12. Хлопчик масою 48 кг, стоячи на ковзанах на льоду, відштовхнув від себе кулю масою 3 кг, надавши їй у горизонтальному напрямку прискорення 8 м/с^2 . Якого прискорення набує хлопчик?

13. Мотузка витримує натяг не більш ніж 300 Н. Чи порветься ця мотузка, якщо двоє чоловіків тягнуть її в протилежні боки силами по 200 Н кожен? Чи порветься мотузка, якщо один її кінець закріпити, а обидва чоловіки тягтимуть її за другий кінець в одному напрямку?

14. Як зміниться сила притягання між двома кулями, якщо одну з них замінити іншою, удвічі більшої маси?

15. На якій відстані сила притягання між двома кулями масою 1 т кожна дорівнюватиме 0,667 мкН?

16. У скільки разів сила притягання Землею супутника більша на поверхні Землі, ніж на висоті, що дорівнює сумі трьох земних радіусів?

17. Визначте масу Сонця, вважаючи, що орбіта Землі є колом і що радіус земної орбіти $1,5 \cdot 10^8$ км.

18. Визначте масу тіла, якщо на поверхні Марса на нього діє сила тяжіння 7,52 Н. Яка сила тяжіння діятиме на це тіло на поверхні Землі? Прискорення вільного падіння на Місяці — $1,6 \text{ м/с}^2$.

19. Вимірявши гравітаційну сталу, Г. Кавендіш зміг визначити масу Землі, після чого з гордістю сказав: «Я зважив Землю». Визначте масу Землі, знаючи її радіус ($R_3 \approx 6400$ км), прискорення вільного падіння на її поверхні та гравітаційну сталу.

20. Визначте гравітаційне прискорення на поверхні планети, маса якої вдвічі більша від маси Землі, а радіус дорівнює радіусу Землі.

21. З прямовисної скелі з висоти 20 м у море кинуто камінь; у момент кидка швидкість руху каменя була напрямлена горизонтально. З якою швидкістю кинуто камінь, якщо він упав у воду на відстані 16 м від скелі? Якою буде швидкість руху каменя в момент падіння в море? Під яким кутом камінь увійде у воду?

22. Стріла, випущена з лука вертикально вгору, впала через 6 с. Яка початкова швидкість стріли і максимальна висота її підйому?

23. М'яч кинутий горизонтально з висоти 2 м з початковою швидкістю 5 м/с. Через який час та з якою швидкістю м'яч упаде на Землю? Визначте також дальність польоту та переміщення м'яча.

24. Куля вилетіла з рушниці зі швидкістю 200 м/с у горизонтальному напрямку. Чи влучить куля у вертикальну мішень діаметром 10 см, якщо та розташована на відстані 100 м від стрільця, а її центр міститься нижче від лінії стрільби на 1 м?

25. Визначте максимальну висоту підняття тіла та його дальність польоту, якщо це тіло кинули під кутом 30° до горизонту з початковою швидкістю 10 м/с.

26. Гравець посилає м'яч з висоти 1,2 м над землею так, щоб кут кидання дорівнював 45° . На відстані 47 м від місця кидання розташована сітка висотою 7,3 м. Яка повинна бути мінімальна початкова швидкість, щоб м'яч перескочив через сітку?

27. Визначте прискорення вільного падіння та першу космічну швидкість для тіла поблизу поверхні Марса, вважаючи, що маса Марса дорівнює $6,5 \cdot 10^{23}$ кг, а його діаметр - 6800 км.

28. На якій висоті над поверхнею Землі перебуває супутник, якщо він рухається зі швидкістю 4 км/с?

29. Середня висота, на якій супутник рухається над поверхнею Землі, дорівнює 1700 км. Знайдіть швидкість руху та період обертання супутника.

30. Визначте радіус колової орбіти першого штучного супутника Землі якщо за 92 доби польоту він здійснив 1440 обертів навколо Землі.

31. З вертольота, який «висить» на певній висоті над поверхнею Землі, спускають сталевий трос. Якою може бути найбільша довжина троса, щоб він не обірвався під власною вагою? Максимальна механічна напруга, яку може витримати сталь – 320 МПа.

32. На скільки видовжиться гумовий шнур під дією сили 5 Н, якщо його жорсткість 25 Н/м.

33. Визначте силу пружності, прикладену до стрижня вздовж його осі, якщо в стрижні виникла механічна напруга 150 МПа. Радіус перерізу стрижня 2 мм.

34. Яку силу треба прикласти до сталевого дроту завдовжки 3,6 м і площею поперечного перерізу 1 мм^2 , щоб збільшити його довжину на 2 мм?

35. Під дією тягаря масою 10 кг дріт завдовжки 5 м видовжився на 1 мм. Визначте модуль Юнга та механічну напругу, яка виникла в дроті. Площа поперечного перерізу дроту $2,5 \text{ мм}^2$

36. Жорсткість гумового шнура 10 Н/м. Якою буде жорсткість системи двох таких шнурів, якщо їх з'єднати послідовно? паралельно?

37. Літак робить «мертву петлю», описуючи у вертикальній площині коло радіусом 250 м. У скільки разів вага льотчика в нижній частині траєкторії більша за силу тяжіння, якщо швидкість літака — 100 м/с ?

38. Людина стрибає зі стільця тримаючи на долоні яблукомасою 200 г. З якою силою яблуко тисне на руку людини, коли людина перебуває у стані "польоту"?

39. У ліфті встановлено динамометр, на якому підвішене тіло масою 1 кг. Що показує динамометр, коли прискорення ліфта:
а) дорівнює нулю; б) дорівнює 5 м/с^2 і напрямлене вертикально вниз;
в) дорівнює 5 м/с^2 і напрямлене вертикально вгору?

40. Відразу після старту космічний корабель рухається вертикально вгору з прискоренням 40 м/с^2 . З якою силою космонавт

масою 70 кг тисне на крісло, у яому сидить? Яким є коефіцієнт перевантаження?

41. Автомобіль масою 5 т рухається по опуклому мосту зі швидкістю 36 км/год. З якою силою автомобіль тисне на середину моста? Радіус кривизни моста 50 м. З якою мінімальною швидкістю має рухатися автомобіль, щоб не тиснути на міст у його верхній точці?

42. Відерце з водою обертають у вертикальній площині на мотузці завдовжки 1 м. З якою найменшою частотою потрібно обертати відерце, щоб у момент проходження верхньої точки траєкторії вода з нього не виливалася?

43. Обчисліть гальмівний шлях і час гальмування автомобіля, якщо він рухався прямою горизонтальною ділянкою дороги й перед початком гальмування мав швидкість 54 км/год. Коефіцієнт тертя ковзання гуми по бетону — 0,75.

44. Дерев'яний брусок рівномірно тягнуть горизонтальною поверхнею, прикладаючи силу 1 Н. Визначте коефіцієнт тертя ковзання, якщо маса бруска дорівнює 200 г.

45. Лижник масою 60 кг зупинився через 40 с після закінчення спуску. Визначте силу тертя, що діяла на лижника, і коефіцієнт тертя ковзання, якщо швидкість руху лижника наприкінці спуску становила 10 м/с.

46. З яким максимальним прискоренням може рухатись автомобіль, якщо максимальний коефіцієнт тертя спокою при взаємодії шин і асфальта дорівнює 0,70?

47. Тіло масою 10 кг тягнуть по горизонтальній поверхні, прикладаючи силу 50 Н, напрямлену під кутом 30° до горизонту. Прискорення тіла дорівнює $3,5 \text{ м/с}^2$. Визначте силу тертя між тілом і поверхнею.

48. Автомобіль масою 4 т рухається на гору, сповільнюючи свій рух. Визначте силу тяги автомобіля, якщо ухил гори становить 0,02, а коефіцієнт опору руху дорівнює 0,04. Прискорення автомобіля $0,15 \text{ м/с}^2$.

49. На горизонтальній дорозі автомобіль має зробити поворот радіусом 45 м. Яку найбільшу швидкість може розвинути автомобіль, щоб «вписатись» у цей поворот? Коефіцієнт тертя ковзання шин об асфальт дорівнює 0,5.

50. Два однакові тягарці масами 1 і 2 кг зв'язані між собою міцною нерозтяжною ниткою. Тягар масою 1 кг тягнуть вертикально вгору із силою 45 Н. Визначте прискорення тягарів і силу натягу нитки.

51. Собача запряжка починає тягти санки масою 100 кг, що стоять на снігові, з постійною силою 150 Н. За який проміжок часу санки проїдуть перші 200 м шляху? Вважайте, що коефіцієнт тертя ковзання полозів об сніг дорівнює 0,05.

52. Тіло масою $m_1 = 1$ кг ковзає по горизонтальній поверхні під дією важка масою $m_2 = 250$ г (рис. 17). Система тіл рухається з прискоренням $1,5 \text{ м/с}^2$. Обчисліть коефіцієнт тертя між тілом і поверхнею.

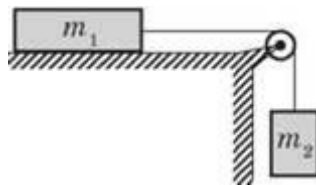


Рис.17.

53. Санчата скочуються з гори завдовжки 10 м за 2 с. Знайдіть кут нахилу гори, якщо коефіцієнт тертя ковзання полозів об сніг 0,02.

54. Автомобіль масою 3 т рухається з гору, розвиваючи силу тяги 3000 Н. Визначте, з яким прискоренням рухається автомобіль, якщо коефіцієнт опору руху дорівнює 0,04, а ухил становить 0,03?

55. Робітник штовхає вагонетку із силою, напрямленою вниз під кутом 45° до горизонту. Яку найменшу силу має прикласти робітник, щоб зрушити вагонетку з місця, якщо її маса 300 кг, а коефіцієнт опору 0,01? Вагонетка стоїть горизонтально.

56. Кулька, підвішена на нитці завдовжки 50 см, обертається в горизонтальній площині. З якою швидкістю рухається кулька, якщо кут відхилення нитки від вертикалі становить 60° ?

57. Однорідну рейку завдовжки 10 м і масою 900 кг піднімають на двох паралельних тросах. Обчисліть сили натягу тросів, якщо один із них закріплений на кінці рейки, а другий – на відстані 1 м від іншого кінця рейки.

58. Дошка масою 10 кг підперта на відстані $1/4$ її довжини. Яку силу перпендикулярно до дошки потрібно прикласти до її короткого кінця, щоб утримати дошку в рівновазі?

59. До кінців стержня завдовжки 40 см і масою 10 кг підвісили вантажі масою 40 і 10 кг. Де треба підперти стержень, щоб він перебував у рівновазі?

60. Невагомі стрижні шарнірно з'єднані між собою і стіною (рис. 18). Знайдіть сили пружності, що виникають у стрижнях, якщо маса підвішеного тягаря 4 кг, $\alpha = 30^\circ$.

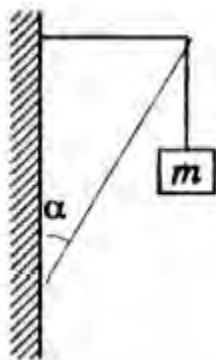


Рис. 18.

61. Драбина спирається на гладеньку вертикальну стіну. Коефіцієнт тертя між ніжками драбини і підлогою дорівнює 0,4. Який найбільший кут може утворити драбина зі стіною? Центр тяжіння драбини розташований на половині її довжини.

Закони збереження

1. Із гармати, встановленої на гладенькій горизонтальній поверхні, під кутом 60° до горизонту вилітає снаряд зі швидкістю 100 м/с . Якої швидкості руху набуде гармата після пострілу, якщо маса снаряда дорівнює 20 кг , а маса гармати — 2 т ?

2. Футболіст веде м'яч масою $4,5 \text{ кг}$, рухаючись зі швидкістю 4 м/с відносно поверхні Землі. Визначте імпульс м'яча відносно: а) поверхні Землі; б) футболіста, який веде м'яч; в) іншого футболіста, який біжить назустріч м'ячу зі швидкістю 5 м/с .

3. Із човна масою 200 кг , який рухається зі швидкістю 2 м/с , стрибає хлопчик масою 50 кг зі швидкістю 6 м/с . Визначте швидкість руху човна після стрибка, якщо хлопчик стрибає: а) з корми човна горизонтально, в бік, протилежний рухові човна; б) з носа човна горизонтально, в напрямку руху човна; в) з носа човна під кутом 60° до горизонту, в напрямку руху човна.

4. Порівняйте ваш імпульс під час бігу на 100 м з імпульсом кулі. Дані задайте самостійно.

5. Багато хто знайомий із ситуацією: човен наблизився до берега, а людина в човні, не дочекавшись, коли човен пришвартують, встала та пішла вперед — у результаті човен відпливає від берега назад (рис. 19). Поясніть цю ситуацію з погляду закону збереження імпульсу.



Рис. 19.

6. Два легкорухомі візки масами 2 і 6 кг рухаються назустріч один одному зі швидкостями 2 і 3 м/с відповідно. Після зіткнення візки почали рухатися як одне ціле. Визначте модуль та напрямок швидкості руху візків після зіткнення.

7. Куля масою 100 г , що рухалася зі швидкістю 2 м/с , налітає на нерухому кулю такої самої маси. Визначте швидкість, з якою будуть рухатися кулі після абсолютно непружного удару.

8. Людина масою 70 кг переходить з корми човна на ніс. Маса човна 130 кг, її довжина 4 м. На яку відстань і в яку сторону відпливе човен? Рухи людини та човна вважати рівномірними.
9. Автомобіль масою 2 т рушає з місця з прискоренням 2 м/с^2 і розганяється протягом 5 с на горизонтальному шляху. Яка робота здійснюється за цей час, якщо коефіцієнт опору рухові 0,01?
10. Яку роботу потрібно виконати, щоб підняти вантаж масою 10 кг на висоту 5 м із прискоренням $1,2 \text{ м/с}^2$?
11. Упряжка собак, протягши сани горизонтальною дорогою завдовжки 10 км, виконала роботу 980 кДж. Вважаючи, що коефіцієнт тертя дорівнює 0,02, а рух саней є рівномірним, визначте масу саней.
12. Ковзаняр, швидкість руху якого дорівнює 5 м/с, припиняє бігти й зупиняється протягом 3 с. Визначте роботу сили тертя, якщо маса ковзаняра 50 кг, а коефіцієнт тертя ковзання 0,15.
13. Ремінь вентилятора автомобіля рухається зі швидкістю 40 м/хв і натягнутий із силою 30 Н. Визначте потужність, яку передає ремінь.
14. Під час міжпланетних перельотів серйозною небезпекою може стати зіткнення космічного корабля з невеликими високошвидкісними метеоритами. Визначте кінетичну енергію мікрометеорита масою 1 кг, який рухається зі швидкістю 60 км/с.
15. Автомобіль масою 1 т збільшив свою швидкість від 10 до 20 м/с. визначте роботу рівнодійної сил, які діють на автомобіль.
16. Ракета, яка летить зі швидкістю v , розігнала до вдвічі більшої швидкості. У результаті згорання палива повна маса ракети зменшилася вдвічі порівняно з її масою на початку розгону. У скільки разів змінилася при цьому кінетична енергія ракети?
17. Куля масою 10 г має швидкість руху 400 м/с. З якою швидкістю куля продовжить свій рух після пробиття дошки завтовшки 5 см, якщо середня сила опору дошки дорівнює 12 кН?
18. Кулю масою 10 г випущено під певним кутом до горизонту з початковою швидкістю 600 м/с. Під яким кутом до горизонту випущено кулю, якщо її кінетична енергія у верхній точці траєкторії дорівнює 450 Дж?
19. Людина підняла відро з піском масою 15 кг на висоту 6 м, а потім поставила його назад. Чи виконала при цьому роботу сила тяжіння? Якщо так, то обчисліть її.

20. Цеглина масою 5 кг має потенціальну енергію 20 Дж. На якій висоті над підлогою розташована цеглина, якщо за нульовий рівень узято поверхню підлоги?

21. У процесі розтягнення пружини на 2 см виконано роботу 1 Дж. Яку роботу слід виконати, щоб розтягти пружину ще на 2 см?

22. Тіло кинуте з поверхні землі під кутом 30° до горизонту зі швидкістю 20 м/с. Визначте (у метрах) модуль переміщення тіла від початку руху до найвищої точки траєкторії. Вважайте, що $g = 10 \text{ м/с}^2$. Відповідь округліть до цілих.

23. Тіло, що доти перебувало в стані спокою, падає з висоти 20 м. На якій висоті швидкість руху тіла дорівнюватиме 10 м/с? З якою швидкістю тіло впаде на землю?

24. Тіло кинуте з висоти 30 м вертикально вгору зі швидкістю 10 м/с. На якій висоті кінетична енергія тіла дорівнюватиме потенціальній?

25. До горизонтальної пружини прикріплено візок масою 0,5 кг. Визначте максимальну швидкість руху візка по столу, якщо жорсткість пружини 250 Н/м, а максимальна деформація пружини 4 см. Тертя візка об стіл не враховуйте.

26. Пружину жорсткістю 40 Н/м підвішено вертикально. До її нижнього кінця прикріплено тіло масою 800 г. Пружину відтягають униз на 15 см і відпускають. На яку висоту підніметься після цього тіло? Визначте максимальну швидкість руху тіла.

27. Нерухома кулька набула швидкості в результаті пружного удару з рухомою кулькою такої самої маси. У скільки разів ця швидкість більша за швидкість, яку набула б кулька внаслідок непружного удару?

28. Кулька масою 200 г, яка рухається зі швидкістю 4 м/с, стикається з кулькою такої ж маси, яка рухається назустріч їй зі швидкістю 1 м/с. Вважаючи удар центральним і пружним, визначте швидкості руху кульок після удару.

29. Об нерухому кульку масою 20 г вдаряється кулька масою 30 г, яка рухається зі швидкістю 5 м/с. Визначте швидкість руху кульок після абсолютно непружного удару

30. Якою є маса кульки, якщо внаслідок пружного центрального зіткнення з нерухомою кулькою масою 1 кг швидкість її руху зменшилася від 4 до 2 м/с?

РОЗДІЛ 2. Молекулярна фізика і термодинаміка

Властивості газів, рідин і твердих тіл

1. Скільки молей міститься в 10 г кисню?
2. Яка маса 2 молей води?
3. Яка маса молекули вуглекислого газу?
4. Який об'єм займають 2 моля алюмінію?
5. Яка молярна маса гелію? урану?
6. Яка молярна маса міді? ртуті?
7. Яка маса 50 моль вуглекислого газу?
8. Яка маса атома літію? атома азоту?
9. Відомо, що $1,5 \cdot 10^{23}$ молекул газу мають масу 11 г. Який це газ?
10. Яку масу мають $3 \cdot 10^{23}$ атомів ртуті?
11. Чи вміститься в трилітровій банці 50 моль ртуті? Густина ртуті $13\,600 \text{ кг/м}^3$.
12. У якому об'ємі води міститься 10^{18} молекул (вода знаходиться в рідкому стані)?
13. Визначте густину кисню, якщо відомо, що в об'ємі 2 л міститься $6 \cdot 10^{22}$ його молекул.
14. Скільки молекул азоту знаходиться в посудині об'ємом 7 л, якщо густина азоту 2 кг/м^3 .
15. Яка товщина гасової плівки на поверхні води, якщо гас масою 1,6 г утворив плями площею 200 м^2 ? Який висновок можна звідси зробити про розміри молекул? Густина гасу 800 кг/м^3 .
16. Під час нікелювання виробу його покривають шаром нікелю товщиною 1,5 мкм. Скільки атомів нікелю міститься в покритті, якщо площа поверхні виробу дорівнює 800 см^2 ? Густина нікелю $8\,900 \text{ кг/м}^3$.
17. Скільки іонів натрію міститься в пачці вареної солі масою 500 г, яка зображена на рисунку.
18. При сильному охолодженні повітря, його можна зробити рідким. При цьому об'єм, який займає повітря, зменшується майже в 700 разів. Зробіть висновок з цього факту: яку частку об'єму газу складає об'єм самих молекул?

19. Газ стиснутий ізотермічно від об'єму 8 л до об'єму 6 л. Тиск при цьому зріс на 4 кПа. Яким був початковий тиск?

20. За температури -23°C газ займає об'єм 60 л. Який буде об'єм газу за 127°C ? Тиск газу не змінився.

21. За температури 294 К об'єм газу дорівнює $0,35\text{ дм}^3$. За якої температури об'єм тієї ж маси газу збільшиться до $0,4\text{ дм}^3$? Тиск газу вважайте постійним.

22. Тиск газу в балоні за 27°C дорівнює 240 кПа. Яким стане тиск після нагріву газу до 100°C ?

23. На скільки градусів треба ізобарно нагріти газ, щоб він набув об'єму, удвічі більшого у порівнянні з об'ємом за 0°C ?

24. Об'єм газу в результаті ізобарного процесу зменшився на 10 л, а абсолютна температура знизилася в 1,2 рази. Визначте початковий об'єм газу.

25. Після збільшення абсолютної температури в 1,2 рази, об'єм газу збільшився на 0,6 л з постійним тиском. Знайдіть первинний об'єм газу.

26. При ізотермічному стисненні об'єм газу зменшився на 5 л, а тиск збільшився в 3 рази. Яким був початковий об'єм газу?

27. Тиск деякої маси ідеального газу збільшили ізотермічно вдвічі. Як при цьому змінилася густина газу?

28. Під час ізобарного нагрівання абсолютну температуру ідеального газу збільшили вдвічі. У скільки разів змінилася густина газу?

29. Об'єм бульбашки повітря в період спливання її з дна озера на поверхню води збільшується в три рази. Яка глибина озера? Зміною температури з глибиною можна знехтувати.

30. Як змінювався тиск ідеального газу в ході процесу, графік якого зображено на рис. 20? Укажіть точки на графіку, відповідні показникам найбільшого й найменшого тиску.

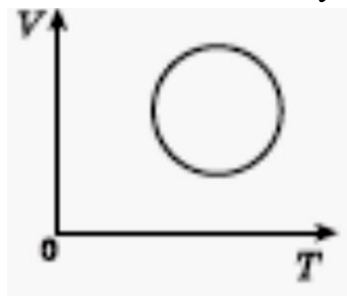


Рис. 20.

31. Побудуйте графіки процесу, що відбуваються з ідеальним газом (рис.21), у координатах V, T і p, V . Маса газу постійна.

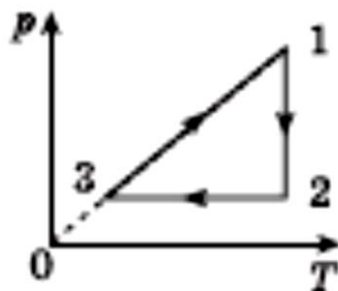


Рис. 21.

32. Ідеальний газ переведений зі стану 1 у стан 2 (рис. 22). Де газ даної маси мав більший об'єм: у точці 1 або в точці 2?

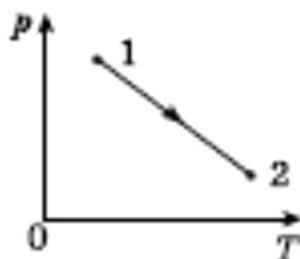


Рис. 22.

33. Ідеальний газ переведений зі стану 1 в стан 2 (рис. 23). Збільшувався або зменшувався тиск газу даної маси протягом процесу 1 – 2?

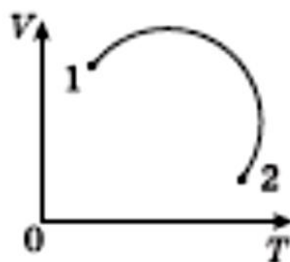


Рис. 23.

34. На рисунку зображено дві ізобари для тієї ж самої маси газу (рис. 24). Порівняйте тиск p_1 і p_2 .

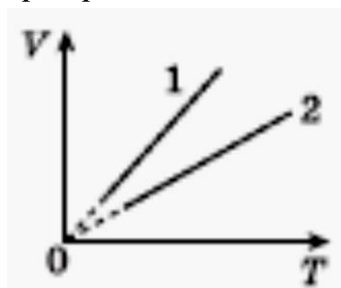


Рис. 24.

35. На рисунку зображено дві ізохори для тієї ж самої маси газу (рис. 25). Порівняйте тиск V_1 і V_2 .

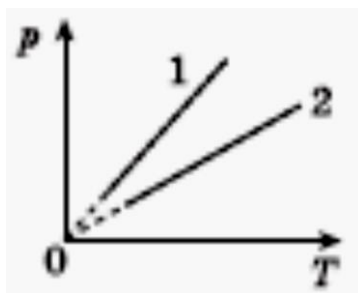


Рис. 25.

36. Порівняйте температуру даної маси газу в станах 1 і 2 (рис. 26).

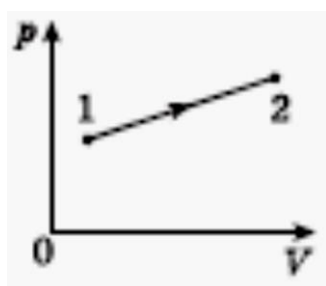


Рис. 26.

37. Побудуйте графіки процесу, що відбувається з ідеальним газом (рис. 27), в координатах p, V і p, T . Маса газу постійна.

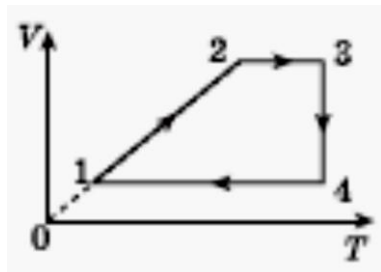


Рис. 27.

38. Побудуйте графіки процесу, що відбувається з ідеальним газом (рис. 28), в координатах V, T і p, V . Маса газу постійна.

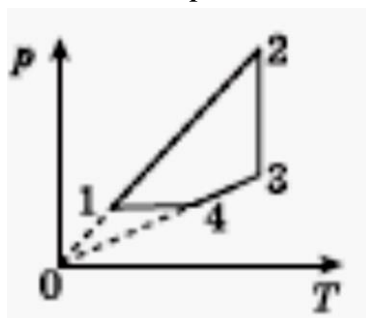


Рис. 28.

39. У яких станах температура газу під час циклічного процесу (рис. 29) максимальна? мінімальна? У скільки разів відрізняється максимальна абсолютна температура від мінімальної?

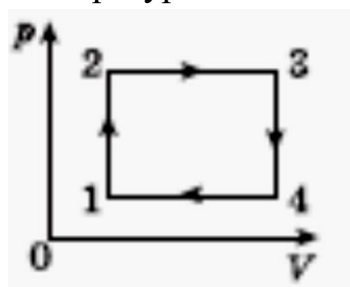


Рис. 29.

40. Кисень знаходиться в нормальних умовах. Обчисліть середню квадратичну швидкість молекул газу.

41. Визначте кінетичну енергію хаотичного поступального руху всіх молекул будь-якого газу в балоні об'ємом 5 л з тиском 1 МПа.

42. Чому дорівнює середня кінетична енергія хаотичного руху молекул аргону, якщо 2 кг його, перебуваючи в посудині об'ємом 2 м³, чинять тиск $3 \cdot 10^5$ Па?

43. Як зміниться тиск газу, якщо концентрація його молекул збільшиться в 3 рази, а середня квадратична швидкість молекул зменшиться в 3 рази?

44. Під яким тиском знаходиться газ в посудині, якщо середня квадратична швидкість його молекул 10^3 м/с, концентрація молекул $3 \cdot 10^{25}$ м⁻³, а маса кожної молекули $5 \cdot 10^{-26}$ кг?

45. Визначте середню кінетичну енергію поступального руху молекул газу з тиском 10^5 Па. Концентрація молекул газу $2,7 \cdot 10^{25}$ м⁻³.

46. Визначте густину кисню, який знаходиться під тиском $1,3 \cdot 10^5$ Па. Середня квадратична швидкість молекул $1,4 \cdot 10^3$ м/с.

47. Який тиск на стінки посудини чинять молекули газу, якщо маса газу 3 г, об'єм $5 \cdot 10^{-4}$ м³, середня квадратична швидкість молекул 500 м/с?

48. Яка середня квадратична швидкість руху молекул газу, який займає об'єм 5 м³ з тиском $2 \cdot 10^5$ Па і має масу 6 кг?

49. Який тиск вуглекислого газу, якщо в балоні об'ємом 40 л міститься $5 \cdot 10^{24}$ молекул, а середня квадратична швидкість молекул 400 м/с?

50. Визначте кінетичну енергію хаотичного поступального руху всіх молекул будь-якого газу в балоні об'ємом 10 л і тиском $4 \cdot 10^5$ Па.

51. Частина стінки посудини покрили клеєм, що поглинає всі падаючі молекули газу. Чи зміниться тиск газу на цю ділянку стінки? Обґрунтуйте свою відповідь.

52. Визначте густину водню ρ за температури 127°C і тиску 830 кПа.

53. Чи змінюється тиск газу, розміщеного в непрохідній еластичній оболонці, якщо під час нагрівання газу від 250 К до 500 К його об'єм зріс в 1,5 рази?

54. Після підвищення температури на 9 К тиск газу в закритому балоні збільшився на 3%. Якою була початкова температура?

55. У закритій посудині об'ємом 1 л міститься кисень масою 12 кг. Знайдіть його тиск за температури 20°C .

56. У циліндрі під поршнем знаходиться певна маса ідеального газу. Його об'єм збільшився в 3 рази, а абсолютну температуру зменшили в 3 рази. У скільки разів змінився тиск газу?

57. У скільки разів змінився тиск ідеального газу в герметично закритому посуді, якщо його об'єм збільшили в 4 рази, а абсолютну температуру збільшили в 2 рази?

58. Газ за температури 37°C і з тиском 1,5 МПа має об'єм 10 л. Який об'єм цієї маси газу за нормальних умов?

59. У паровому котлі об'ємом 2 м^3 знаходиться водяна пара з температурою 200°C і з тиском 1 МПа. Яка маса цієї пари?

60. Яка маса повітря, що займає об'єм 150 л за температури 288 К і з тиском 150 кПа?

61. Як зміниться маса повітря в кімнаті, якщо в результаті несправності опалювальної системи температура в кімнаті понизиться від 20 до 7°C ? Об'єм кімнати 60 м^3 .

62. Яка кількість речовини в газі, якщо за температури -13°C і з тиском 500 кПа об'єм газу дорівнює 30 л?

63. У скільки разів густина вуглекислого газу відрізняється від густини азоту, якщо гази знаходяться в однакових умовах?

64. Об'єм газу зменшили в 1,5 рази, у результаті чого абсолютна температура збільшилася на 20%, а тиск – на 320 кПа. Яким був початковий тиск газу?

65. Тиск газу під поршнем збільшився в 2 рази, об'єм зменшився в 3 рази, а абсолютна температура зменшилася на 20%. Чи змінилася маса газу під поршнем? Якщо так, то на скільки відсотків?

66. У балон об'ємом 8 л налили 10 г води. Потім балон герметично закрили й нагріли від 20°C до 180. Вся вода випарувалася. Який тиск встановився всередині балона?

67. Два балони, що мають об'єми 6 і 14 л, містять гази за тиску відповідно 8 і 5 МПа за однакової температури. Балони з'єднані трубою з краном. Який тиск установиться в балонах, якщо відкрити кран? Температура не змінюється, гази в хімічну реакцію не вступають.

68. Скільки молекул повітря виходить з кімнати об'ємом 120 м³ у разі підвищення температури від 15 до 25°C? Атмосферний тиск 10⁵ Па.

69. Густина деякої газоподібної речовини дорівнює 2,5 кг/м за температури 10°C і нормального атмосферного тиску. Знайдіть молярну масу цієї речовини.

70. З автомобільної шини через невеликий отвір виходить повітря. На скільки підвищилася, температура шини під час руху автомобіля, якщо після витікання 10% повітря тиск у гайні не змінився? Початкова температура дорівнює 10°C.

71. Циліндрична посудина поділяється на дві частини тонким рухливим поршнем. Яким буде рівноважне положення поршня, коли в одну частину посудини поміщена деяка кількість кисню, а в іншу — така ж за масою кількість водню, якщо довжина посудини 85 см?

72. Щоб повітряна куля могла підняти Вінні-Пуха, об'єм кулі повинний бути не меншим за $V = 25 \text{ м}^3$. Якою є маса m Вінні-Пуха, якщо повітряна куля наповнена повітрям, температура якого $t_1 = 30^\circ\text{C}$, а температура зовнішнього повітря $t_0 = 7^\circ\text{C}$? Тиск повітря усередині кулі вважайте рівним атмосферному; масою оболонки повітряної кулі Можна знехтувати.

73. Яка температура 1,6·10⁻² кг кисню, який знаходиться під тиском 10⁶ Па, що займає об'єм 1,6·10⁻³ м³?

74. Посудину ємністю 2·10⁻³ м³ наповнено азотом під тиском 2·10⁵ Па за температури 27 °C. Визначте масу азоту.

75. Визначте тиск повітря в посудині об'ємом 2·10⁻³ м³, якщо його маса 1,2·10⁻² кг, а температура 27°C.

76. Об'єм певної маси водню за температури 50°C та з тиском $0,98 \cdot 10^5$ Па дорівнює $2,5 \cdot 10^{-3}$ м³. Який об'єм водню за 0°C і тиском 10^5 Па?

77. Яка різниця в масі повітря, що заповнює приміщення об'ємом 50 м³, взимку і влітку, якщо влітку температура приміщення досягає 40°C , а взимку падає до 0°C ?

78. Скільки молекул повітря виходить з кімнати об'ємом 120 м³ під час підвищення температури від 15°C до 25°C ? Атмосферний тиск 10^5 Па.

79. Об'єм газу з тиском 720 кПа і температурою 288 дорівнює 0,6 м³. За якої температури об'єм тієї ж маси газу буде 1,6 м³, якщо тиск стане 225 кПа?

80. Який тиск повинен витримувати газовий балон об'ємом 50 л, щоб за температури 25°C в ньому можна було зберігати 2 кг метану?

81. Закрита посудина заповнена водою при температурі 17°C . Яким став би тиск усередині посудини, якщо б взаємодія між молекулами води раптово зникла?

82. Тонкий рухливий поршень ділить горизонтальну циліндричну посудину на дві частини. Яке буде положення рівноваги поршня, якщо в одній частині посудини знаходиться азот, а в іншій – водень такої ж маси? Довжина посудини 90 см.

83. Горизонтальну циліндричну посудину розділено рухомим поршнем на дві частини: в одній частині знаходиться водень, а в іншій – азот. Маса якого газу більша й у скільки разів, якщо поршень знаходиться точно в середині посудини?

84. Посередині відкритої з обох кінців горизонтальної скляної трубки довжиною 87 см знаходиться стовпчик ртуті завдовжки 15 см. Закривши один з отворів трубки, її розташовують вертикально, закритим кінцем униз. Знайдіть атмосферний тиск, якщо стовпчик ртуті перемістився відносно трубки на 6 см.

85. Яку кількість теплоти необхідно затратити, щоб нагріти 5 кг води від 0°C до кипіння й повністю випарувати її?

86. У колбі знаходилася вода з 0°C . Викачуючи з колби повітря, заморозили всю воду за допомогою власного випаровування. Яка частина води при цьому випарувалася?

87. Яка кількість теплоти буде потрібна, щоб випарувати 20 г води, яку взяли за температури кипіння (з нормальним атмосферним тиском)?

88. Домогосподарка забула зняти з плити чайник з киплячою водою. Яку кількість теплоти передано воді, якщо википіла вода масою 0,5 кг?

89. Яка кількість теплоти виділяється в результаті конденсації 50 г водяної пари за температури 100°C?

90. У калориметрі знаходиться вода масою 500 г за температури 20°C. Скільки пари з температурою 100°C потрібно впустити в калориметр, щоб підвищити температуру до 40°C?

91. У калориметрі знаходиться вода масою 300 г за температури 30°C. Скільки пари з температурою 100°C потрібно впустити в калориметр, щоб підвищити температуру до 60 °C?

92. 4 кг води, взятої за температури 20°C, нагріли до кипіння й повністю випарували. Визначте, скільки газу для цього було потрібно, якщо ККД нагрівника 25%.

93. У каструлю налили холодну воду (10°C) і поставили на електроплитку. За 10 хв вода закипіла. За який час вона повністю випарується?

94. Яка відносна вологість повітря за $t=20^{\circ}\text{C}$, якщо точка роси $t=15^{\circ}\text{C}$?

95. За якої температури випаде роса, якщо термометри психрометра показували 20°C і 17°C?

96. Яка відносна вологість повітря за температури 20°C, якщо тиск водяної пари 840 Па? Тиск водяної пари за цієї температури 2,33 кПа.

97. Тиск водяної пари за температури 19°C дорівнює 2,2 кПа. Яка відносна вологість повітря, якщо тиск водяної пари в повітрі за цієї температури 1,1 кПа?

98. Тиск водяної пари за температури 25°C дорівнює 3,2 кПа. Яка відносна вологість повітря, якщо тиск водяної пари в повітрі за цієї температури дорівнює 2,4 кПа?

99. Тиск водяної пари в повітрі за температури 20°C дорівнює 1,4 кПа. Яка відносна вологість повітря, якщо тиск насиченої водяної пари за цієї температури 2,3 кПа?

100. Повітря в закритій посудині містить ненасичену водяну пару. Як буде змінюватися відносна вологість повітря під час нагрівання посудини?

101. За температури 81°C тиск насиченої водяної пари дорівнює 50 кПа. У скільки разів збільшиться цей тиск під час підвищення температури до 100°C ?

102. Відносна вологість повітря за 20°C дорівнює 80%. Скільки грамів водяної пари випаде в росу з кожного кубічного метра цього повітря, якщо його температура знизиться до 8°C ? Тиск водяної пари за 20°C дорівнює 2,3 кПа, а за 8°C — 1,1 кПа.

103. Як відрізняється густина сухого повітря ($\varphi=0$) з тиском 101 кПа і температурою 20°C від густини вологого повітря ($\varphi=100\%$) за тих же умов? За температури 20°C тиск насиченої водяної пари в повітрі $p_n=2,3$ кПа.

104. Яку мінімальну роботу потрібно зробити, щоб крапельку води радіусом $r = 2$ мм «розбити» на вісім однакових крапель?

105. У результаті злиття крапельок туману загальна площа їх поверхонь зменшилася на 1 мм^2 . Як змінилася поверхнева енергія?

106. Площі поверхонь двох крапель ртуті відрізняються на 3 мм. Яка різниця поверхневих енергій крапель, якщо поверхневий натяг ртуті дорівнює $0,5\text{ Н/м}$.

107. Яку мінімальну роботу потрібно зробити, щоб краплю води радіусом $r = 2$ мм «розбити» на вісім однакових крапель? Поверхневий натяг води дорівнює 72 мН/м .

108. Яку енергію необхідно затратити, щоб сферичну краплю ртуті радіусом 4 мм розділити на вісім однакових сферичних крапель при незмінній температурі? Поверхневий натяг ртуті дорівнює $0,5\text{ Н/м}$.

109. Якщо кинути скляну пластину в ємність зі ртуттю, вона спливе. Однак, якщо покласти цю пластину на дно порожньої плоскодонної кювети і потім налити в кювету ртуть, пластина не спливе. Чим пояснити результати цих досліджень?

110. Знайдіть висоту капілярного підйому мильного розчину, якщо радіус капіляра дорівнює 0,5 мм. Густина мильного розчину вважайте рівною густині води.

111. Знайдіть масу води, що піднялася по капілярах, діаметр яких 0,64 мм.

112. Яка кількість теплоти необхідна, щоб розплавити 5 кг міді, нагрітої до температури плавлення? Питома теплота плавлення міді 180 кДж/кг.

113. З якої висоти повинен вільно падати град, щоб під час удару об землю він розплавився? Температура на початку падіння дорівнює -20°C . Теплопередачу між градом і навколишнім середовищем не враховуйте.

114. Дві однакові свинцеві кулі рухаються назустріч одна одній з однаковою швидкістю. За якої швидкості руху вони можуть розплавитися після лобового зіткнення? Початкова температура куль 27°C , теплопередачу між кулями та навколишнім середовищем не враховуйте. Питома теплоємність свинцю 130 Дж/(кг·К), температура плавлення 327°C , питома теплота плавлення 25 кДж/кг.

Основи термодинаміки

1. Нормальна температура людського тіла близько 37°C . Чому ж нам не холодно за температури повітря 25°C і дуже жарко за 37°C ?
2. Мідний кубик А має температуру 200°C , такі ж мідні кубики В і С мають температуру 0°C . Шляхом теплообміну між ними треба охолодити кубик А до температури 50°C і нагріти за рахунок цього кубики В і С до температури 75°C . Чи можливо це? Теплообміном між кубиками і повітрям можна знехтувати.
3. Визначте температуру газу, якщо середня кінетична енергія теплового руху його молекул $8,1 \cdot 10^{-21}$ Дж.
4. За якої температури середня кінетична енергія поступального руху молекул газу дорівнює $6,21 \cdot 10^{-21}$ Дж?
5. На скільки відсотків збільшується середня кінетична енергія молекул газу під час збільшення його температури від 7 до 35°C ?
6. Знайдіть температуру газу, коли тиск — 100 кПа і концентрація молекул — 10^{25} м^{-3} .
7. Внутрішня енергія певної маси одноатомного газу за температури 32°C дорівнює 1 Дж. Скільки молекул містить ця маса газу?
8. У кімнаті протопили піч. Чому не збільшилася внутрішня енергія повітря в кімнаті, хоча температура повітря підвищилася?
9. Яка внутрішня енергія аргону в балоні об'ємом 50 л при тиску 1 МПа?
10. При зменшенні об'єму одноатомного газу в 4 рази тиск цього газу збільшився у 5 разів. У скільки разів змінилася внутрішня енергія газу?
11. Визначте роботу розширення 20 л газу при ізобарному нагріванні від 27°C до 120°C . Тиск газу 80 кПа.
12. Яку роботу може виконати водень масою 6 г при ізобарному підвищенні температури на 60 К?
13. Яку роботу здійснює газ у кількості 5 моль при ізобарному підвищенні температури на 100 К?
14. Газ при розширенні від об'єму $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ до $6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ здійснив роботу 600 Дж. Визначте, за якого тиску відбувався процес розширення.

15. Газ, який займав об'єм 7 л, розширився до об'єму 33 л при постійному тиску 500 кПа. Яку роботу здійснив газ?

16. Яку роботу здійснив газ при ізобарному збільшенні об'єму від 35 до 50 л? Тиск газу 200 кПа.

17. На рис. 30 показана ізобара газу в координатах p, V . Визначте роботу, яку виконав газ під час розширення.

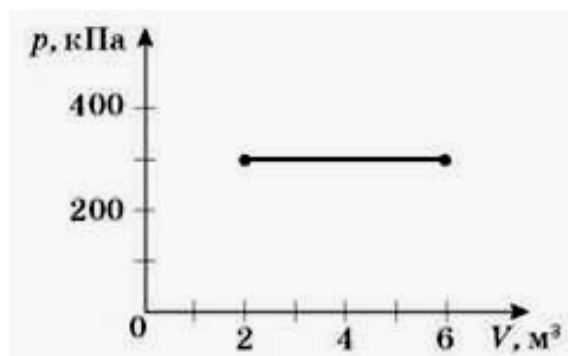


Рис. 30.

18. Газ можна перевести із стану 1 у стан 2 двома способами (рис. 31). У якому випадку реалізується більша робота? Під час якого процесу зміна внутрішньої енергії газу буде більшою?

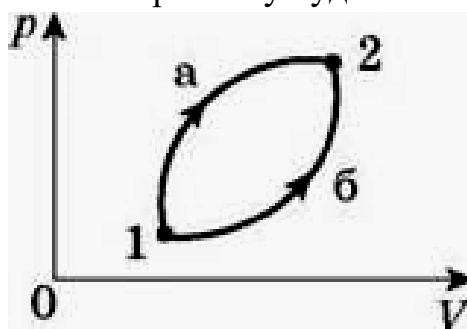


Рис. 31.

19. Газ, об'єм якого 560 л, а температура 280 К, підігріли до 295 К. Знайдіть роботу газу, якщо процес відбувався з постійним тиском у 1 МПа.

20. Наскільки змінилася внутрішня енергія деякого газу, який виконав роботу 50 кДж, отримавши кількість теплоти 1985 кДж?

21. Визначте роботу зовнішніх сил над системою, якщо система віддала кількість теплоти 3,2 кДж і її внутрішня енергія збільшилася на 2,2 кДж.

22. Для ізобарного нагрівання 20 моль газу на 200 К йому передали кількість теплоти 1983 кДж. Яку роботу здійснив газ? Яка зміна внутрішньої енергії?

23. При стисненні газу в циліндрі зовнішня сила, що діє на поршень, здійснює роботу, яка дорівнює 100 Дж. Чому дорівнює зміна внутрішньої енергії газу, якщо завдяки теплопровідності циліндра він віддає в навколишнє середовище кількість теплоти 20 Дж?

24. Як змінилася внутрішня енергія газу, який скоїв роботу 50 кДж, отримавши кількість теплоти 1985 кДж?

25. Робота зовнішніх тіл над газом склала 500 Дж. Крім того, газ отримав кількість теплоти 150 Дж. Як змінилася внутрішня енергія газу?

26. Як змінилася внутрішня енергія газу, над яким здійснили роботу 20 кДж, якщо він віддав кількість теплоти 75 кДж?

27. Над газом була здійснена робота 55 Дж, при цьому його внутрішня енергія збільшилася на 15 Дж. Одержував або віддавав тепло газ у цьому процесі? Яку саме кількість теплоти?

28. Гелій знаходиться в балоні місткістю 50 л. При ізохорному розігрівання його тиск зріс на 0,6 МПа. Визначте кількість теплоти, яку отримав газ, і зміну його внутрішньої енергії.

29. Якщо відкрити гвинт балона зі стисненим газом, він навіть влітку може покритися інеєм. Поясніть це явище.

30. У вертикальному циліндрі під поршнем, який може переміщуватися без тертя, знаходиться повітря масою 1929. Яку роботу здійснить повітря при підвищенні температури на 100 К? Повітря можна розглядати як газ з молярною масою 0,029 кг/моль.

31. Для ізобарного нагрівання 200 моль газу на 100 К йому передали кількість теплоти 470 кДж. Яку роботу здійснив газ? Яка зміна внутрішньої енергії?

32. При ізобарному нагріванні об'єм гелію збільшився в три рази. Яку роботу здійснив газ? Яку кількість теплоти йому передано? Маса гелію 12 г, початкова температура гелію -123 °С.

33. У ході ізотермічного розширення газу було передано кількість теплоти 300 Дж. Яку роботу здійснив газ?

34. При адіабатному стисненні 5 моль одноатомного газу його температура підвищилася на 20 К. Яка робота здійснена над газом?

35. Для ізобарного нагрівання 50 моль газу на 200 К йому передали кількість теплоти 291 кДж. Яку роботу здійснив газ? Яка зміна внутрішньої енергії?

36. Яку роботу здійснить газ при ізобарному нагріванні на 50 К, якщо кількість речовини в газі дорівнює 5 моль?

37. Яку роботу здійснює водень масою 6 г при ізобарному підвищенні температури на 60 К?

38. Який максимально можливий ККД двигуна, у якого $T_1 = 2000$ К, а $t = 100^\circ\text{C}$ (як у автомобільного двигуна)?

39. При згоранні палива в тепловому двигуні виділилася кількість теплоти 200 кДж, а холодильнику передано кількість теплоти 120 кДж. Який ККД теплового двигуна?

40. Порівняйте ККД циклів, зображених на рис. 32:

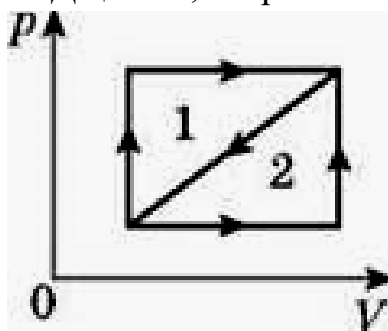


Рис. 32.

41. У ідеальній тепловій машині, ККД якої 30%, газ отримав від нагрівача 10 кДж теплоти. Яка температура нагрівача, якщо температура холодильника 20°C ? Скільки джоулів теплоти машина віддала холодильнику?

42. При згорянні в тепловому двигуні виділилася кількість теплоти 200 кДж, а холодильнику була передана кількість теплоти 120 кДж. Яким є ККД теплового двигуна?

43. Яким є ККД теплового двигуна, якщо робоче тіло отримало від нагрівача кількість теплоти 1,6 МДж, а виконало роботу 400 кДж? Яку кількість теплоти було віддано холодильнику?

44. Яким є ККД теплового двигуна потужністю 50 кВт, якщо за 10 с він віддав у довкілля кількість теплоти 1 МДж?

45. Температура нагрівача ідеальної теплової машини дорівнює 477°C . Якою повинна бути температура холодильника, щоб ККД машини перевищив 80 % ?

46. Тепловий двигун, що працює при температурі нагрівача 527°C і температурі холодильника 17°C , має ККД 30 %. У скільки разів ККД цього двигуна менший за ККД ідеальної теплової машини, яка б працювала при тих самих температурах нагрівача та холодильника?

47. Температура нагрівача ідеальної теплової машини дорівнює 127°C , а температура холодильника — 7°C . Обчислить ККД цієї машини, якщо: а) на 20°C зменшити температуру холодильника; б) на 20°C збільшити температуру нагрівача?

48. Скільки літрів бензину витрачає автомобіль масою 800 кг для подолання відстані 500 км , якщо ККД двигуна 25% , а середня сила опору руху складає $0,06$ ваги автомобіля? Питома теплота згоряння бензину 44 МДж/кг , густина — 710 кг/м^3 .

49. Реактивний двигун літака, що рухається зі швидкістю 900 км/год , розвиває силу тяги 45 кН . Якою є витрата керосину за 1 год польоту, якщо ККД двигуна 20% ? Питома теплота згоряння керосину 43 МДж/кг .

РОЗДІЛ 3. Електродинаміка

Електричне поле

1. Як зміниться сила взаємодії двох зарядів, якщо відстань між ними збільшити у 4 рази і модуль кожного заряду збільшити у 2 рази?

2. Як змінилася відстань між двома зарядами, якщо відомо, що сила їхньої взаємодії збільшилася у 9 разів?

3. Дві маленькі кульки, розташовані на відстані 10 см одна від одної, мають однакові негативні заряди. Визначте силу взаємодії кульок, якщо відомо, що на кожній з них є $1 \cdot 10^{11}$ надлишкових електронів.

4. Кожна з двох однакових маленьких незаряджених кульок масою 0,01 г підвішена у вакуумі на шовковій нитці завдовжки 1,0 м так, що кульки торкаються одна одної. Першу кульку відвели вбік, зарядили і повернули в початкове положення. Після цього кульки відійшли одна від одної на відстань 14 см. Визначте заряд першої кульки перед дотиком.

5. Три однакові позитивні точкові заряди по 18,0 нКл кожен розташовані у вершинах рівностороннього трикутника. Який точковий заряд необхідно помістити в центрі трикутника, щоб система зарядів перебувала в рівновазі?

6. Дві однакові маленькі металеві кульки заряджені так, що модуль заряду однієї з них у 5 разів більший, ніж модуль заряду іншої. Кульки змусили доторкнутись одну до одної та розвели на початкову відстань. У скільки разів змінилася сила взаємодії кульок, якщо перед дотиком вони були заряджені однойменно? різнойменно?

7. На шовковій нитці підвісили маленьку заряджену кульку масою 2 г. Після того як знизу до неї піднесли другу заряджену кульку, сила натягу нитки, що діє на першу кульку, збільшилась у 2 рази. Визначте відстань між кульками, якщо їхні заряди різнойменні та рівні за модулем — $5 \cdot 10^{-8}$ Кл.

8. У вершинах квадрата розташовані однакові точкові заряди q . Який точковий заряд q_0 необхідно помістити в центр квадрата, щоб система перебувала в рівновазі?

9. В однорідне електричне поле, утворене двома вертикальними пластинами, поміщено кульку масою 2,0 г, підвішену на

тонкій шовковій нитці. Після того як кульці передали заряд $1,0 \cdot 10^{-6}$ Кл, нитка відхилилася на кут 30° від вертикалі. Визначте напруженість поля.

10. У вершинах при гострих кутах ромба, складеного з двох рівносторонніх трикутників зі сторонами $l = 0,25$ м, розміщено точкові заряди $q_1 = q_2 = 2,5 \cdot 10^{-9}$ Кл. У вершині при одному з тупих кутів ромба розміщений точковий заряд $q_3 = -5,0 \cdot 10^{-9}$ Кл. Визначте напруженість електричного поля в четвертій вершині ромба.

11. Точковий електричний заряд $8 \cdot 10^{-10}$ Кл розташований у деякій точці електричного поля. Визначте напруженість електричного поля в цій точці, якщо відомо, що поле діє на заряд із силою $2 \cdot 10^{-7}$ Н.

12. Напруженість поля точкового заряду на відстані 30 см від цього заряду дорівнює 600 Н/Кл. Чому дорівнює напруженість поля на відстані 10 см від заряду?

13. Два різнойменні точкові заряди, які мають однакове значення q , розміщені на відстані a один від одного. Знайдіть напруженість поля в точці A , яка ділить відрізок, що сполучає заряди, навпіл; у точках B і C , розташованих на продовженнях цього відрізка, на відстані $\frac{a}{2}$ від кожного заряду (рис. 33).



Рис. 33.

14. У вершинах квадрата розташовані однакові за модулем позитивні точкові заряди. Чому дорівнює напруженість поля в центрі квадрата?

15. У дві вершини рівностороннього трикутника зі стороною 0,1 м поміщено точкові заряди $+10^{-4}$ і -10^{-4} Кл. Знайдіть значення напруженості поля в третій вершині трикутника.

16. У вершинах квадрата зі стороною a розташовані три негативні й один позитивний заряд. Модулі всіх чотирьох зарядів однакові та дорівнюють q . Якою є напруженість поля, створеного зарядами, у центрі квадрата?

17. Поле створене двома рівномірно зарядженими концентричними сферами (рис. 34). Визначте напруженість поля в

точках O , A , B , якщо заряди сфер дорівнюють Q_1 і Q_2 , а відстані OA і OB дорівнюють l_1 і l_2 відповідно.

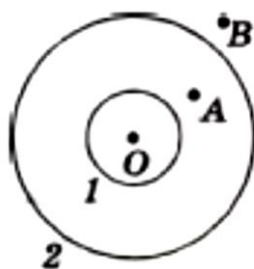


Рис. 34.

18. В однорідному полі під кутом 60° до напрямку силових ліній переміщується заряд, значення якого 5 нКл. Визначте роботу поля та зміну потенціальної енергії заряду, якщо напруженість поля дорівнює 30 кН/Кл, а модуль переміщення заряду становить 20 см. Як зміняться одержані значення, якщо переміщуватися буде заряд, значення якого -5 нКл?

19. Два однакові точкові заряди по 50 мкКл кожен перебувають на відстані 1 м один від одного. Яку роботу необхідно виконати, щоб зблизити їх до відстані $0,5$ м?

20. Дві нескінченно довгі паралельні плоскі пластини заряджені різнойменними зарядами з поверхневою густиною $3 \cdot 10^{-4}$ Кл/м². Відстань між пластинами дорівнює $1,5$ см. Визначте роботу, яку виконає поле, переміщуючи заряд $2,5 \cdot 10^{-6}$ Кл з однієї пластини на другу.

21. Електрон пройшов прискорювальну різницю потенціалів – 300 В. Визначте швидкість руху електрона, якщо початкова швидкість його руху дорівнювала нулю. Маса електрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, значення його заряду – $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

22. На відстані 50 см від поверхні кулі, рівномірно зарядженої до потенціалу 25 кВ, розташований точковий заряд $1,0 \cdot 10^8$ Кл. Яку роботу необхідно виконати, щоб зменшити відстань між кулею і зарядом до 20 см? Радіус кулі — $9,0$ см.

23. Однорідне електростатичне поле створене двома паралельними пластинами довжиною по 3 см. Електрон влітає в це поле зі швидкістю руху $2 \cdot 10^6$ м/с, напрямленою паралельно пластинам. На яку відстань по вертикалі зміститься електрон до моменту виходу з простору між пластинами, якщо на пластини подано напругу $4,8$ В, а

відстань між ними 16 мм? Маса електрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, модуль його заряду $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

24. В електростатичному полі із точки з потенціалом 450 В у точку з потенціалом 900 В рухається негативно заряджена частинка. Визначте модуль заряду частинки, якщо 8 ході її переміщення електричне поле виконує роботу 1,8 мкДж.

25. Дві паралельні пластини, розташовані на відстані 10 см одна від одної, заряджені до різниці потенціалів 1 кВ. Визначте силу, яка діятиме з боку електричного поля на заряд $1 \cdot 10^{-4}$ Кл, поміщений між пластинами.

26. Електрон, що рухається зі швидкістю $3 \cdot 10^7$ м/с, влітає в однорідне електричне поле напруженістю $1 \cdot 10^3$ В/м. Визначте різницю потенціалів, яку необхідно пройти електрону, щоб швидкість його руху становила $1 \cdot 10^7$ м/с, а також інтервал часу, за який електрон зупиниться. Вектори напруженості поля та швидкості руху електрона напрямлені однаково.

27. Електрон влітає в однорідне електростатичне поле напруженістю 600 В/см, створене двома однаковими горизонтальними пластинами. Швидкість руху електрона дорівнює $2 \cdot 10^7$ м/с і напрямлена паралельно пластинам. Визначте довжину пластин, якщо до моменту виходу з простору між пластинами електрон змістився по вертикалі на 5 мм.

28. Електричне поле створене рівномірно зарядженою сферою радіусом 5 см. По радіусу між точками, розташованими на відстанях 12 і 15 см від центра сфери, рухається електрон. При цьому швидкість його руху змінюється від $2 \cdot 10^5$ до $2 \cdot 10^6$ м/с. Знайдіть поверхневу густину заряду сфери.

29. Металеву кульку, яка має радіус r і заряд поміщено в центр незарядженої металевої сфери, внутрішній і зовнішній радіуси якої дорівнюють R_1 і R_2 відповідно. Знайдіть напруженість і потенціал електростатичного поля, створеного системою, якщо: а) сфера не заземлена; б) сфера заземлена.

30. Дві маленькі кульки, заряди яких однакові за модулем, перебуваючи в трансформаторному мастилі на відстані 50 см одна від одної, взаємодіють із силою 2,2 мН. Визначте модуль заряду кожної кульки. Діелектрична проникність трансформаторного мастила 2,2.

31. Над кондуктором зарядженого електрометра розташували незаряджену пластину з оргскла. Як зміниться після цього відхилення стрілки електрометра? Відповідь обґрунтуйте.

32. Заряджена металева кулька масою 40 г і об'ємом $4,2 \text{ см}^3$ міститься в посудині з мастилом. Після того як систему помістили в однорідне електростатичне поле напруженістю $4,0 \text{ МВ/м}$, кулька спливла, у результаті опинившись на іншій глибині. Знайдіть значення заряду кульки. Густина мастила 800 кг/м^3 , діелектрична проникність - 5.

33. Металева кулька, яка має радіус R_1 , і заряд q , оточена сферичним шаром діелектрика з діелектричною проникністю ϵ . Внутрішній радіус діелектрика дорівнює R_1 , зовнішній — R_2 . Визначте зв'язані заряди, наведені на поверхнях сферичного шару.

34. Металеву кулю ємністю $C_1 = 2 \text{ пФ}$, заряджену до потенціалу $\varphi_1 = 30 \text{ В}$, з'єднали тонким довгим дротом з кулею ємністю $C_2 = 3 \text{ пФ}$, на якій міститься заряд $q_2 = 0,6 \text{ нКл}$. Визначте потенціали куль після перерозподілу зарядів.

35. Між клемми A і B приєднано конденсатори ємностями $C_1 = 2 \text{ мкФ}$ і $C_2 = 1 \text{ мкФ}$ (рис. 35). Обчисліть ємність батареї конденсаторів.

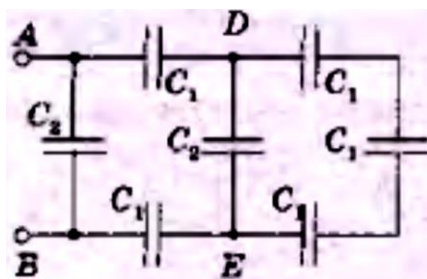


Рис. 35.

36. Чотири однакові конденсатори з'єднані в одному випадку паралельно, а в другому — послідовно. У якому випадку ємність батареї конденсаторів більша й у скільки разів?

37. Два конденсатори ємностями 2 і 1 мкФ з'єднані послідовно й приєднані до джерела, напруга якого 120 В. Визначте напругу між обкладками першого і напругу між обкладками другого конденсатора.

38. Який заряд потрібно передати батареї з двох лейденських банок ємностями 0,0005 і 0,001 мкФ, з'єднаних паралельно, щоб зарядити її до напруги 10 кВ?

39. Конденсатор, заряджений до напруги 100 В, з'єднується паралельно з конденсатором такої ж ємності, але зарядженим до 200 В. Яка напруга встановиться між обкладками конденсаторів?

40. Два провідники ємністю C_1 і C_2 , заряджені до потенціалів φ_1 і φ_2 , перебувають на великій відстані один від одного. Яким буде потенціал провідників, якщо з'єднати їх тонким дротом?

41. Конденсатор 1 зарядили до різниці потенціалів 100 В, відключили від джерела напруги і паралельно приєднали до конденсатора 2. Знайдіть енергію іскри, яка проскочила в момент з'єднання конденсаторів, якщо ємність конденсатора 1 дорівнює 0,5 мкФ, а конденсатора 2 — 0,4 мкФ.

42. Металева куля, яка має радіус 3 см і заряд 20 нКл, занурена в посудину з гасом так, що не торкається до стінок посудини. Визначте об'ємну густину енергії поля, створеного цією кулею, в точках, віддалених від центра кулі на відстані 2 і 4 см.

43. Напруга між обкладками плоского конденсатора дорівнює 12 В. Заряд конденсатора 60 мкКл. Яку електроємність має конденсатор? Чому дорівнює його енергія? Як зміниться енергія конденсатора, якщо, не змінюючи напруги між його обкладками, удвічі збільшити відстань між ними?

44. За різниці потенціалів між обкладками плоского повітряного конденсатора 5000 В його заряд дорівнює 0,1 мкКл. Обчисліть площу пластин конденсатора й енергію, запасену в ньому. Відстань між пластинами конденсатора 5 мм.

45. Плоский повітряний конденсатор після зарядження відключили від джерела напруги та опустили в гас. Як зміниться енергія конденсатора?

46. На скільки при цьому зміниться енергія конденсатора, якщо різниця потенціалів між його пластинами становить 180 В? Площа пластини конденсатора дорівнює 174 см².

47. Два провідники розташовані на великій відстані один від одного. Перший, ємністю 10^{-5} мкФ, заряджений до потенціалу 6 кВ, а другий, ємністю $2 \cdot 10^{-5}$ мкФ, — до потенціалу 12 кВ. Яка кількість теплоти виділиться, якщо з'єднати провідники тонким дротом?

48. Дві однакові металеві кулі розташовані на великій відстані одна від одної. Поле першої кулі має енергію $16 \cdot 10^{-4}$ Дж, другої —

$36 \cdot 10^{-4}$ Дж. Яка кількість теплоти виділиться, якщо з'єднати ці кулі тонким дротом?

49. Визначте, якою була швидкість руху електрона, коли він потрапив в електричне поле, а також відстань, яку подолав електрон, якщо напруженість електричного поля становить 8 кВ/м.

50. Чому буде дорівнювати зміна кінетичної енергії електрона, якщо він потрапить в електричне поле з тією самою початковою швидкістю, але перпендикулярно до силових ліній поля? Час руху електрона в полі $2 \cdot 10^{-8}$ с. Напруженість поля 300 В/м.

Закони постійного струму

1. Ділянка кола складається з шістьох однакових резисторів, з'єднаних так, як показано на рис. 36. На ділянку подано напругу 31,2 В. Визначте загальний опір ділянки кола, напругу на резисторі 2 і силу струму в резисторах 1 і 6, якщо опір кожного резистора дорівнює 8 Ом.

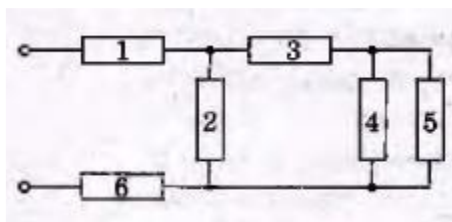


Рис. 36.

2. Амперметр розрахований на максимальну силу струму $I_a = 2$ А. Визначте, який додатковий опір необхідно приєднати до цього амперметра, щоб прилад можна було використовувати як вольтметр для вимірювання напруг до $U = 220$ В. Відомо: якщо до даного амперметра приєднати шунт із опором $R_{ш} = 0,5$ Ом, то ціна поділки шкали зросте в 10 разів.

3. По провіднику, до кінців якого прикладена напруга 12 В, за 5 хв пройшов заряд 60 Кл. Визначте опір провідника.

4. Яким має бути завдовжки ніхромовий дріт з площею поперечного перерізу $0,2 \text{ мм}^2$, щоб під час проходження в ньому струму 0,4 А напруга на його кінцях становила 4,4 В? Питомий опір ніхрому $1,1 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

5. Під час проходження електричного струму в алюмінієвому дроті завдовжки 100 м напруга на ньому становить 1 В. Чому дорівнює маса алюмінієвого дроту, якщо сила струму в ньому 15 А? Густина алюмінію 2700 кг/м^3 .

6. Коло, що має опір 100 Ом, живиться від джерела постійної напруги. Амперметр із опором 1 Ом, приєднаний до кола, показав силу струму 5 А. Якою була сила струму в колі до приєднання амперметра?

7. Визначте загальний опір R ділянки кола (рис. 37), якщо $R_1 = R_2 = R_5 = R_6 = 3$ Ом, $R_3 = 20$ Ом, $R_4 = 24$ Ом. Чому дорівнює сила струму в кожному резисторі, якщо до ділянки кола прикладена напруга 36 В?

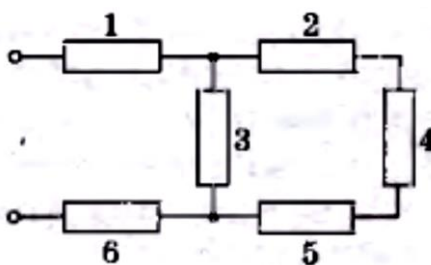


Рис. 37.

8. До ділянки кола, яка містить два резистори, подано напругу 24 В. Коли резистори з'єднані послідовно, сила струму в ділянці дорівнює 0,6 А, а коли паралельно — 3,2 А. Визначте опір резисторів.

9. Шкала деякого приладу з внутрішнім опором 50 Ом має 100 поділок. Ціна поділки шкали дорівнює 10 мкА. Як із цього приладу зробити: а) вольтметр із межею вимірювання напруги 200 В? б) міліамперметр із межею вимірювання сили струму 800 мА?

10. Зі шматка дроту, що має опір 32 Ом, виготовлено кільце. До двох точок цього кільця приєднано проводи, які підводять напругу. У якому відношенні точки приєднання ділять довжину кола кільця, якщо загальний опір утвореного кола становить 6 Ом?

11. Коли в ділянці кола, схему якої зображено на рис. 38, замкнено ключ, сила струму, який проходить через амперметр, дорівнює 0,45 А. Якої сили струм тектиме через амперметр, коли ключ розімкнено? Опори резисторів 1 і 3 та 2 і 4 попарно однакові та дорівнюють R і $2R$ відповідно. Напруга на клеммах є постійною.

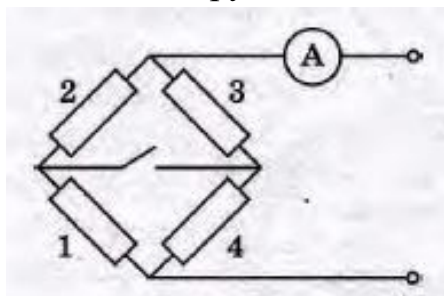


Рис. 38.

12. Коли батарею гальванічних елементів замикають на опір R_1 , напруга на затискачах батареї становить 5 В. Коли зовнішній опір збільшують у 6 разів, напруга на затискачах зростає вдвічі. Чому дорівнює ЕРС батареї?

13. До джерела струму з ЕРС 6 В і внутрішнім опором 2 Ом підключено резистор, опір якого 10 Ом. Визначте напругу на полюсах джерела струму.

14. До полюсів джерела струму з ЕРС 4 В підключили лампочку опором 8 Ом, у результаті чого в колі встановилася сила струму 0,4 А. Визначте внутрішній опір джерела.

15. Джерело струму, внутрішній опір якого 0,5 Ом, живить 5 однакових лампочок, з'єднаних паралельно. Кожна лампа має опір 15 Ом; опір з'єднувальних проводів дорівнює 1,5 Ом. Знайдіть напругу на полюсах джерела струму та його ЕРС, якщо напруга на кожній лампі 1,8 В.

16. Повне коло складається із джерела струму з ЕРС 3 В, амперметра та чотирьох резисторів, з'єднаних так, як показано на рис. 39. Визначте показ амперметра, якщо внутрішній опір джерела струму 1 Ом, а опори резисторів дорівнюють: $R_1 = 6$ Ом; $R_2 = R_3 = 8$ Ом; $R_4 = 10$ Ом.

17. Напруга на полюсах джерела струму, замкненого на зовнішній опір, дорівнює 10 В. Якщо зовнішній опір збільшити у 5 разів, напруга на полюсах джерела зростає до 30 В. Знайдіть ЕРС джерела струму.

18. Під час заряджання акумулятора напруга на його клеммах дорівнює U_1 , а сила струму в акумуляторі I_1 . Під час розряджання акумулятора напруга на його клеммах становить U_2 , а сила струму в акумуляторі I_2 . Знайдіть силу струму короткого замикання цього акумулятора.

19. На рис. 39 зображено схему кола, яка містить чотири резистори з опорами R_1, R_2, R_3, R_4 і три джерела струму з ЕРС $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \mathcal{E}_3$ відповідно. Визначте силу струму в резисторі з опором R_4 . Внутрішні опори джерел струму вважайте нехтовно малими.

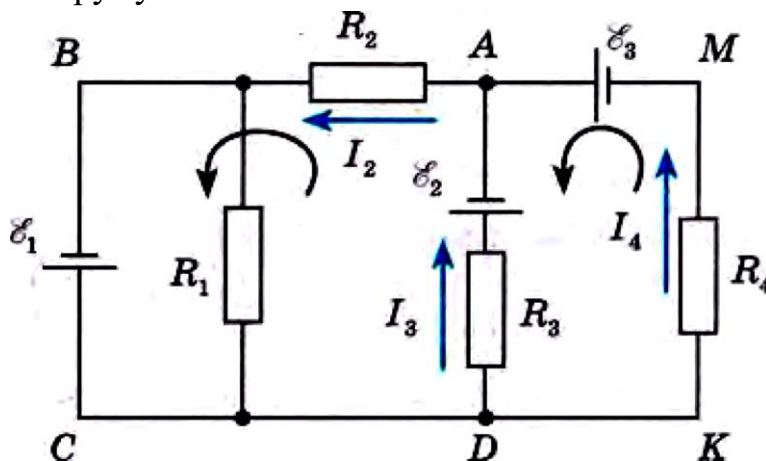


Рис. 39.

20. На рис. 40 зображено схему електричного кола. Обчисліть значення та визначте напрямок струму в резисторі з опором R , якщо $\varepsilon_1 = 1,5 \text{ В}$; $\varepsilon_2 = 3,7 \text{ В}$; $R_1 = 10 \text{ Ом}$; $R_2 = 20 \text{ Ом}$; $R = 5,0 \text{ Ом}$.

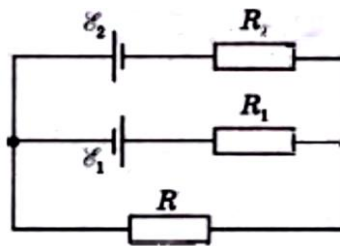


Рис. 40.

21. Два джерела струму з ЕРС ε_1 і ε_2 та внутрішніми опорами r_1 і r_2 з'єднані так, як показано на рис. 41. Визначте сили струмів в джерелах і різницю потенціалів між точками A і B . Якою стане ця різниця потенціалів, якщо змінити полярність підключення другого джерела?

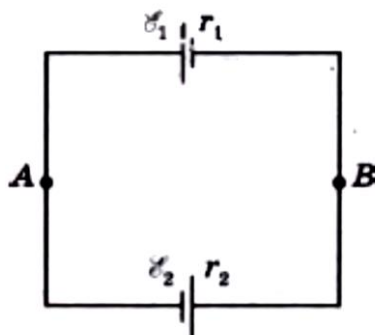


Рис. 41.

22. Електричне коло містить чотири резистори опором 1 кОм кожний та два джерела струму (рис. 42). ЕРС першого джерела дорівнює $1,5 \text{ В}$, а другого — $1,8 \text{ В}$. Визначте силу струму в усіх резисторах.

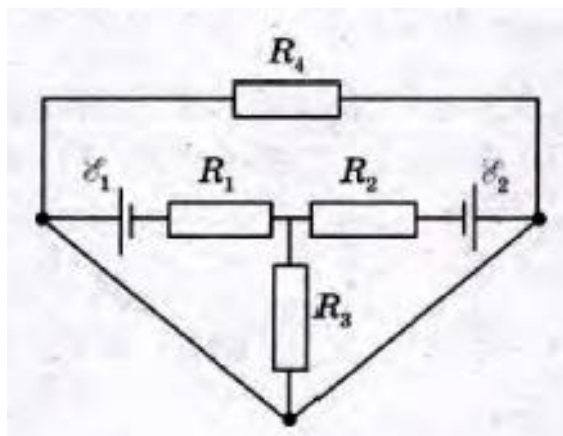


Рис. 42.

23. Визначте заряд конденсаторів електроємностями C_1 і C_2 (рис. 43). Опір резисторів: R_1 і R_2 ; ЕРС джерел: ε_1 , ε_2 , ε_3 .

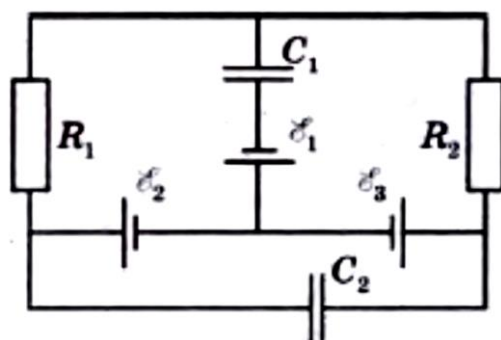


Рис. 43.

24. У разі підключення електромотора до джерела електричного струму з ЕРС 120 В напруга на клеммах джерела становить 96 В. Загальний опір підвідних проводів і джерела струму дорівнює 14 Ом. Яку корисну потужність розвиває електромотор, якщо його ККД становить 0,65? Втратами потужності на обмотках електромотора знехтуйте.

25. Дві лампи, які мають потужності 90 і 40 Вт, з'єднані паралельно і підключені до джерела струму, що має напругу 220 В. Визначте силу струму, який протікає через кожну лампу, та опір кожної лампи.

26. Визначте силу струму, який споживає електродвигун підіймального крана, якщо вантаж масою 1 т кран підіймає на висоту 19 м за 50 с. ККД електродвигуна становить 80 %, напруга на клеммах — 380 В.

27. Лампа, розрахована на напругу 127 В, споживає потужність 50 Вт. Який додатковий опір треба приєднати до лампи, щоб увімкнути її в мережу напругою 220 В?

28. Коли зовнішня ділянка кола споживає потужність 18 Вт, ККД джерела струму становить 64 %. Яка потужність споживається при цьому всередині джерела струму?

29. Скільки часу буде нагріватися 1,5 л води від 20 до 100 °С в електричному чайнику потужністю 600 Вт, якщо ККД чайника становить 80 %?

30. Від джерела струму необхідно передати споживачеві потужність 4 кВт. Яка напруга має бути на затискачах джерела, щоб

втрати потужності в підвідних проводах становили 4 % споживаної потужності? Опір підвідних проводів 0,4 Ом.

31. Визначте потужність, яку споживає кожний із трьох резисторів, що складають електричне коло (рис. 44), якщо ЕРС джерела струму 12 В, а його внутрішній опір — 6 Ом. Опори резисторів дорівнюють 18, 40 і 60 Ом відповідно.

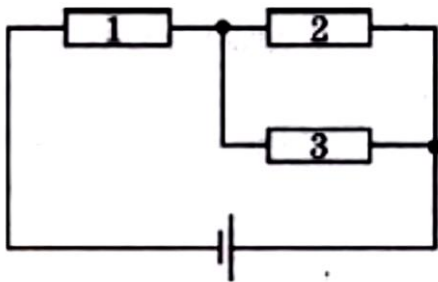


Рис. 44.

32. Дві електроплити, спіралі яких мають однакові опори, спочатку увімкнули в мережу послідовно, а потім паралельно. У якому випадку електроплити споживали більшу потужність і в скільки разів?

Струм у різних середовищах

1. Електричне коло складається з джерела струму, міліамперметра, опір якого 20 Ом, та реостата, виготовленого із залізного дроту. За температури 0 °С міліамперметр показує 30 мА. Опір реостата за цієї температури дорівнює 200 Ом. Яким буде показ міліамперметра, якщо реостат нагріється на 50 °С? Температурний коефіцієнт опору заліза становить $6 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. Внутрішнім опором джерела, а також зміною опору амперметра та з'єднувальних проводів унаслідок нагрівання знехтувати.

2. Металевий волосок розжарювання електричної лампи поступово тоншає через випаровування металу з його поверхні; врешті-решт у найтоншому місці волосок перегоріє. Поясніть, чому лампа перегоріє найчастіше саме в той момент, коли її вмикають.

3. Яку довжину має вольфрамовий волосок розжарювання лампи, розрахованої на напругу 220 В і потужність 220 Вт? Температура розжареного волоска 2700 К, його діаметр — 0,03 мм. Питомий опір вольфраму $5,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ за температури 293 К. Вважайте, що питомий опір вольфраму прямо пропорційний абсолютній температурі.

4. На котушку намотано сталевий провід діаметром 1,2 мм. Маса проводу 0,2 кг. На котушку подається напруга 53,8 В. Визначте силу струму в дроті, якщо дріт нагрівся до температури 393 К. Питомий опір сталі за температури 293 К дорівнює $1,2 \cdot 10^{-7} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, температурний коефіцієнт опору сталі $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$. Густина сталі $7,8 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$.

5. Під час рафінування міді анодом слугує пластина з неочищеної міді, яка має 12 % домішок. Скільки електроенергії необхідно витратити для очищення 2 кг такої міді, якщо процес відбувається за напруги 5 В?

6. Через розчин аргентум нітрату протягом двох годин пропускали електричний струм. Визначте масу срібла, яке утворилося на катоді під час електролізу, якщо напруга на електродах становила 2 В, а опір розчину — 0,4 Ом.

7. Під час електролізу розчину сульфатної кислоти за 50 хв виділилося 3 г водню. Визначте потужність, яку витрачено на нагрівання розчину електроліту, якщо його опір становив 0,4 Ом.

8. Батарея гальванічних елементів складається з 30 елементів, з'єднаних у три однакові паралельні групи. Яка кількість міді виділиться на катоді ванни за 5 хв роботи батареї, яка ввімкнена в навантаження з опором 205 Ом? ЕРС кожного елемента 0,9 В, внутрішній опір кожного елемента 0,6 Ом.

9. Яку найменшу швидкість повинен мати електрон, щоб йонізувати атом Гідрогену? Енергія йонізації атома Гідрогену 13,5 В.

10. Яку найменшу швидкість повинен мати електрон, щоб йонізувати атом Нітрогену, якщо енергія йонізації Нітрогену дорівнює 14,5 еВ?

11. Якою має бути температура T атомарного водню, щоб середня кінетична енергія поступального руху атомів була достатньою для йонізації шляхом зіткнень? Енергія йонізації атомарного водню дорівнює 13,6 еВ.

12. Знайдіть силу струму насичення між пластинами конденсатора, якщо під дією йонізатора в кожному кубічному сантиметрі простору між пластинами конденсатора кожної секунди утворюється 10^8 пар йонів, кожен з яких несе один елементарний заряд. Відстань між пластинами конденсатора дорівнює 1 см, площа кожної пластини становить 100 см^2 .

13. У йонізаційній камері, відстань між плоскими електродами якої дорівнює 5 см, проходить струм насичення густиною 16 мкА/м^2 . Визначте, скільки пар йонів утворюється в кожному кубічному сантиметрі камери щосекунди.

Магнітне поле

1. Магнітне поле індукцією $2,1 \text{ мТл}$ діє з максимальною силою $0,3 \text{ мН}$ на провідник довжиною 2 см . Визначте силу струму в провіднику.

2. Укажіть напрямок вектора магнітної індукції в кожній точці, що позначена літерою (рис. 45).

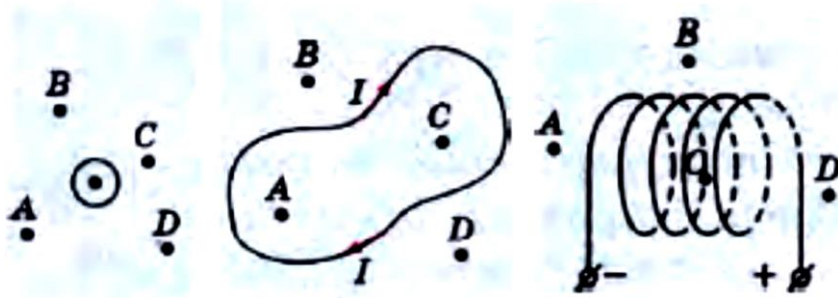


Рис. 45.

3. Визначте полюси джерел струму (рис. 46).

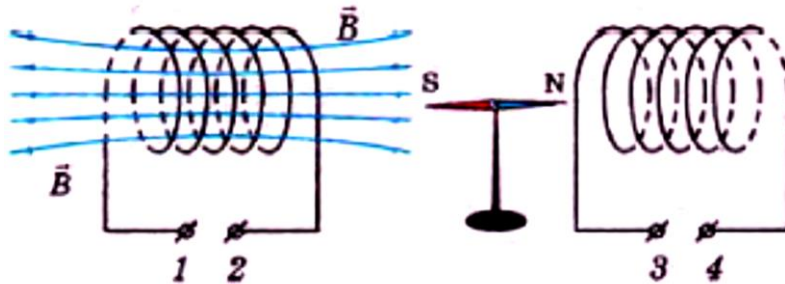


Рис. 46.

4. Чи мають лінії магнітної індукції початок? кінець? Чи можуть вони перетинатись? дотикатись одна до одної? мати розрив? Відповідь поясніть.

5. У вертикальному однорідному магнітному полі індукцією $0,50 \text{ Тл}$ на двох тонких проводах горизонтально підвішений провідник завдовжки 20 см і масою 20 г . На який кут P від вертикалі відхилиться провідник, якщо сила струму в ньому дорівнює $2,0 \text{ А}$?

6. По провіднику завдовжки 60 см тече струм силою $1,2 \text{ А}$. Визначте найбільше та найменше значення сили Ампера, яка діє на провідник, за умов різних його положень в однорідному магнітному полі, індукція якого дорівнює $1,5 \text{ Тл}$.

7. Визначте: напрямок сили Ампера (рис. 47); полюси магніту (рис. 48); напрямок струму в провіднику (рис. 49).

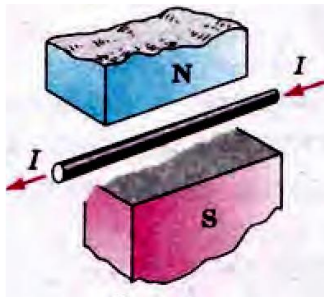


Рис. 47.

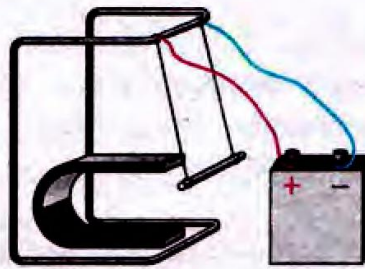


Рис. 48.

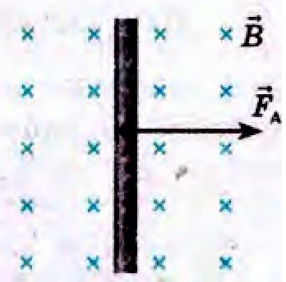


Рис. 49.

8. Горизонтальний провідник масою 50 г і довжиною 20 см може ковзати без тертя по двох вертикальних провідних стрижнях. Стрижні приєднані до джерела струму, ЕРС якого 50 В, а внутрішній опір становить 2 Ом. Перпендикулярно до площини руху прикладене постійне магнітне поле індукцією 0,2 Тл. Яким є опір провідника, якщо провідник перебуває в рівновазі? Опором стрижнів та з'єднувальних проводів знехтуйте.

9. Під дією електричного поля електрон розганяється у вакуумі зі стану спокою і влітає в однорідне магнітне поле перпендикулярно до ліній магнітної індукції. Яку індукцію має магнітне поле і яку прискорювальну різницю потенціалів пройшов електрон, якщо він описує коло радіусом $6,0 \cdot 10^{-8}$ м за $6,28 \cdot 10^{-9}$ с?

10. Визначте: напрямок руху частинки (рис. 50); знак заряду частинки (рис. 51); напрямок магнітного поля, в якому рухається частинка (рис. 52).

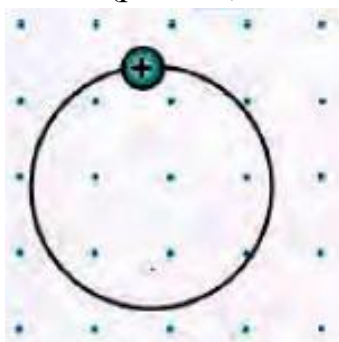


Рис. 50.

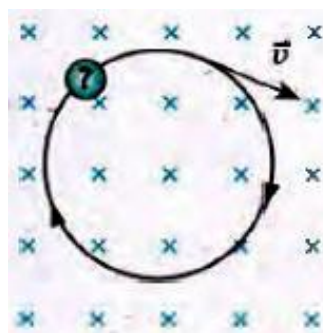


Рис. 51.



Рис. 52.

11. Чому дві однойменно заряджені нерухомі частинки завжди відштовхуються, а рухомі можуть як відштовхуватися, так і притягуватися?

12. Існують різні види генераторів постійного струму. Робота одного з таких генераторів (МГД-генератора) базується на принципі поділу потоку плазми на два різнойменно заряджені потоки. Як ви

гадаєте, як за допомогою магнітного поля можна одержати такий поділ?

13. Протон рухається в магнітному полі у вакуумі зі швидкістю $3 \cdot 10^6$ м/с перпендикулярно до ліній магнітної індукції поля. Визначте силу, яка діє на протон, і радіус його орбіти. Магнітна індукція поля дорівнює 5,6 мТл і є постійною.

14. Електрон, почавши рух зі стану спокою і пройшовши різницю потенціалів 220 В, потрапляє в однорідне магнітне поле індукцією 5,0 мТл і рухається по круговій орбіті радіусом 1,0 см. Визначте масу електрона.

15. Електрон влітає в однорідне магнітне поле під кутом 60° до ліній магнітної індукції і починає рухатися з періодом обертання 60 мкс по спіралі діаметром 10,0 см. Визначте швидкість руху електрона, магнітну індукцію поля та крок спіралі.

16. Котушки *A* і *C* надіто на спільне осердя (рис. 53). Визначте напрямок індукційного струму в котушці *A* під час переміщення повзунка реостата ліворуч.

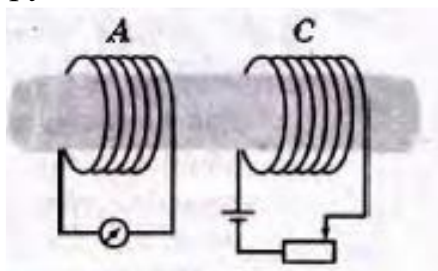


Рис. 53.

17. Для кожного випадку (рис. 54) визначте напрямок індукційного струму, що виникає в замкненому провідному кільці.

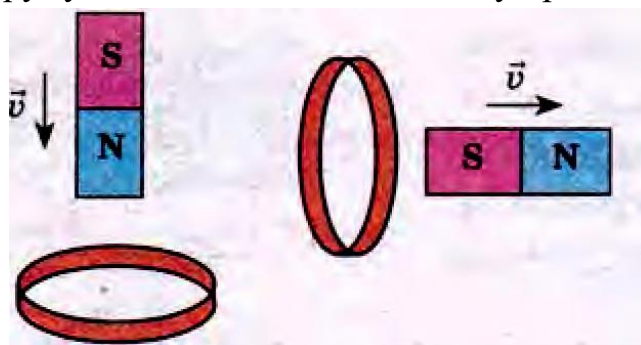


Рис. 54.

18. Визначте напрямок індукційного струму в контурі *A*, поміщеному в магнітне поле контуру *B* (рис. 55), у разі: а) замикання ключа; б) розмикання ключа; в) переміщення повзунка реостата праворуч; г) переміщення повзунка реостата ліворуч.

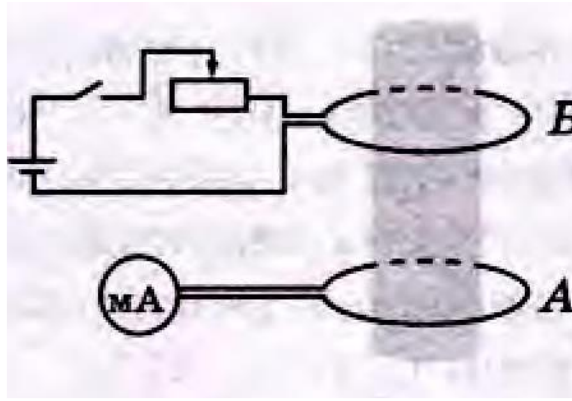


Рис. 55.

19. Напрямок індукційного струму в котушці A показано на рис. 56. Визначте, коли виник індукційний струм — під час замикання чи під час розмикання ключа.

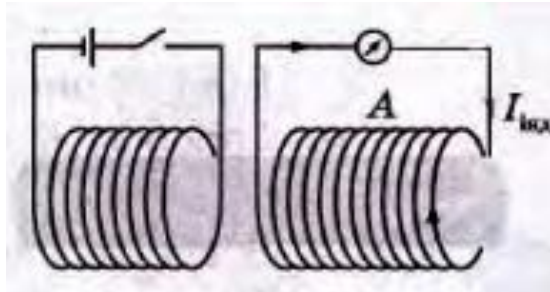


Рис. 56.

20. Алюмінієве кільце, вільно надіте на сталеве осердя, у разі замикання ключа підскакує вгору (рис. 57). Поясніть причину цього явища. Чи підскакуватиме кільце під час розмикання ключа?

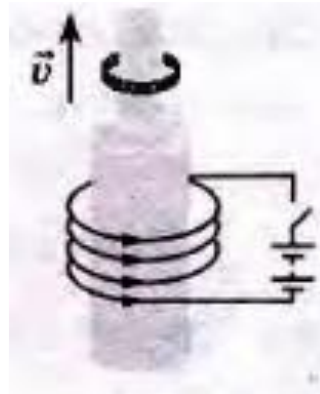


Рис. 57.

21. Визначте потік магнітної індукції через поверхню, яку утворює горизонтальна (носійна) лопать гвинта гелікоптера, що завис над Землею. Вважайте, що довжина лопаті становить 14 м, а магнітна індукція магнітного поля Землі дорівнює $5,0 \cdot 10^{-5}$ Тл і утворює з поверхнею Землі кут 60° .

Електромагнітна індукція

1. За допомогою гнучких проводів прямолінійний провідник завдовжки 60 см приєднаний до джерела постійного струму з ЕРС 12 В і внутрішнім опором 0,5 Ом (рис. 58.). Провідник рухається в однорідному магнітному полі індукцією 1,6 Тл зі швидкістю 12,5 м/с перпендикулярно до ліній магнітної індукції. Визначте силу струму в провіднику, якщо опір зовнішнього кола дорівнює 2,5 Ом.

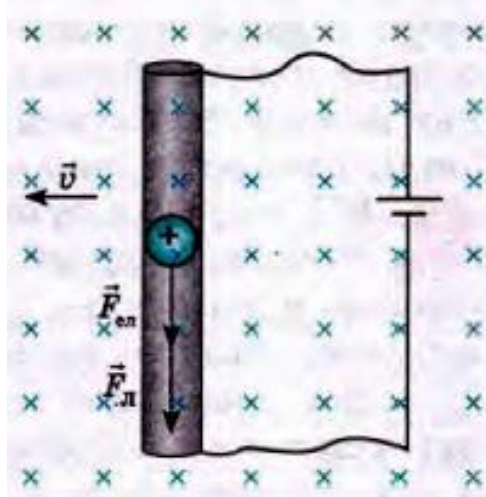


Рис. 58.

2. Провідник завдовжки 20 см рухається в однорідному магнітному полі індукцією 25 мТл перпендикулярно до ліній магнітної індукції. Знайдіть ЕРС індукції в провіднику, якщо швидкість його руху 2,0 м/с.

3. Магнітний потік, що пронизує провідний контур опором 0,24 Ом, рівномірно змінився на 0,6 Вб так, що ЕРС індукції виявилася рівною 1,2 В. Визначте час зміни магнітного потоку та силу струму в провіднику.

4. Чому від удару блискавки іноді перегорять запобіжники навіть вимкненого з розетки електричного приладу?

5. Надпровідну котушку індуктивністю 5,0 Гн замикають на джерело струму з ЕРС 20 В і нехтовно малим внутрішнім опором. Вважаючи, що сила струму в котушці збільшується рівномірно, визначте час, за який сила струму досягне 10 А.

6. Чому для вимкнення кола з великою індуктивністю не користуються рубильником, а струм вимикають поступово, уводячи реостат?

7. За 0,1 с сила струму в котушці змінилась від 0 до 1,5 А. Визначте індуктивність котушки, якщо ЕРС самоіндукції в ній дорівнює 2 В. Вважайте, що сила струму змінювалася рівномірно.

8. Унаслідок зменшення сили струму в котушці від 10,0 до 4,0 А енергія магнітного поля котушки зменшилася на 16 Дж. Якою є індуктивність котушки?

9. Провідне кільце радіусом 2,0 см перебуває в магнітному полі електромагніта, магнітна індукція якого 0,32 Тл, а лінії індукції перпендикулярні до площини кільця. Кільце переводять у надпровідний стан. Визначте індуктивність кільця, якщо після вимкнення електромагніта сила струму в кільці дорівнюватиме 12 А.

10. Замкнена котушка опором 20 Ом та індуктивністю 0,01 Гн перебуває у змінному магнітному полі. Коли створюваний цим полем магнітний потік збільшився на 1,0 мВб, сила струму в котушці збільшилась на 0,05 А. Який заряд пройшов по котушці за цей час?

11. Обчисліть значення ЕРС, що виникає в перемичці, якщо швидкість руху перемички дорівнює 0,1 м/с.

12. Через який інтервал часу сила струму в котушці досягне вказаного значення, якщо ЕРС джерела струму 15 В, а його опір нехтовно малий?

РОЗДІЛ 4. Коливання та хвилі

Механічні коливання та хвилі

1. Визначте період і частоту коливань матеріальної точки, яка здійснює 300 коливань за хвилину.

2. Період коливань тягара на пружині дорівнює 2 с. Що це означає? Визначте частоту й циклічну частоту коливань тягара. Скільки коливань здійснить тягар за 10 с?

3. Частота коливань тіла дорівнює 20 Гц. Що це означає? Визначте період коливань тіла. За який проміжок часу тіло здійснить 200 коливань?,

4. Амплітуда коливань тіла на пружині дорівнює 5 см. Який шлях пройде тіло за чверть періоду коливань? за половину періоду? за період? за два періоди?

5. Рівняння коливання тіла має вигляд $x=5\cos\frac{\pi}{6}t$. Знайти амплітуду, частоту і період коливання. Визначте фазу коливань і координату тіла через 2 с після початку відліку часу.

6. За графіком наведеним на рис. 59, визначте амплітуду та період коливань тіла. Обчисліть частоту та циклічну частоту коливань тіла; запишіть рівняння коливань; знайдіть зміщення тіла у фазі $\frac{\pi}{2}$ рад.

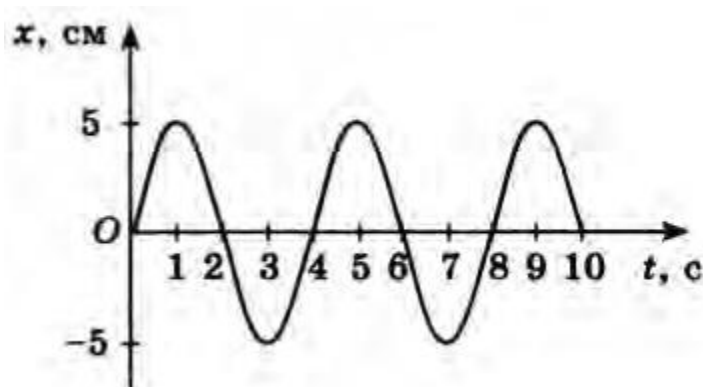


Рис. 59.

7. Запишіть рівняння гармонічних коливань для тіла, якщо амплітуда його коливань 10 см, а період коливань 1 с. Вважайте, що в момент початку спостереження тіло було максимально відхилене від положення рівноваги.

8. Тіло на пружині здійснює 10 коливань за 2 с. Максимальне відхилення тіла від положення рівноваги становить 5 см. Запишіть рівняння гармонічних коливань, якщо в момент початку спостереження тіло перебувало в положенні рівноваги.

9. Рівняння коливань тіла має вигляд $x = 4 \sin \frac{2\pi}{3} t$ (м). Визначте амплітуду, період і частоту коливань цього тіла.

10. Рівняння коливань тіла має вигляд $x = 0,3 \cos(\frac{\pi}{3} t + \frac{\pi}{6})$ (м). Визначте амплітуду, період і частоту коливань цього тіла; фазу коливань і координату тіла через 1 с після початку спостереження.

11. На рис. 60-62 наведено графіки гармонічних коливань деяких тіл. Для кожного тіла: а) визначте амплітуду коливань; б) період коливань; в) частоту коливань; г) запишіть рівняння коливань.

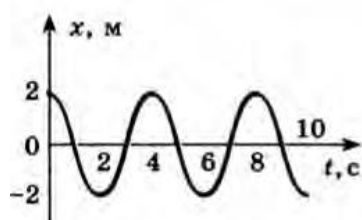


Рис. 60.

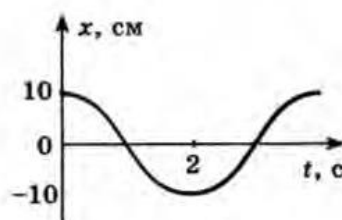


Рис. 61.

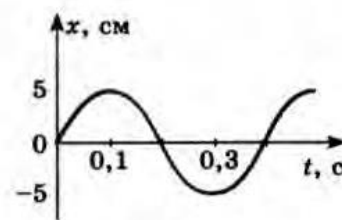


Рис. 62.

12. Рівняння коливань тягарця на пружині має вигляд: $x = 0,02 \cos \frac{2\pi}{3} t$ (м). Визначте масу тягарця, якщо жорсткість пружини дорівнює 40 Н/м. Визначте прискорення руху тягарця та силу пружності, що діє на тягар у момент часу $t = 1$ с.

13. Тягар масою 10 кг коливається на пружині, маючи період коливань 2 с. Визначте жорсткість пружини та частоту коливань тягаря.

14. Визначте масу тіла, підвішеного на пружині жорсткістю 40 Н/м, якщо після відхилення тіла від положення рівноваги воно здійснює 8 коливань за 12 с.

15. Два тіла підвішені на двох однакових пружинах. Як відрізняються періоди коливань цих маятників, якщо маса одного тіла в 4 рази більша за масу іншого?

16. Рівняння коливань пружинного маятника має вигляд: $x = 5 \sin \frac{\pi}{6} t$ (м). Визначте жорсткість пружини та частоту коливань тягаря, якщо його маса дорівнює 2 кг. Яка сила пружності діє на тягар через 1 с після початку руху?

17. Вертикальна пружина під дією тягаря видовжилася на 2 см. Визначте частоту вільних коливань такого маятника.

18. На поверхні води плаває дерев'яний брусок масою 200 г. Брусок трохи занурили у воду та відпустили. Знайдіть частоту коливань бруска. Площа основи бруска – 50 см^2 .

19. У кабінеті фізики здійснюють коливання два маятники, довжини яких відрізняються на 22 см. За деякий проміжок часу один із маятників здійснив 30 коливань, другий – 36 коливань. Визначте довжини маятників.

20. Визначте прискорення вільного падіння на планеті, де маятник завдовжки 6,00 м має період коливань 3,14 с.

21. Якою є довжина маятника, якщо період його коливань дорівнює 2 с?

22. Чи відбуватимуться коливання математичного маятника в невагомості? Відповідь обґрунтуйте.

23. Один із двох маятників, розташованих у лабораторії, за певний час здійснив на 30 коливань більше, ніж другий. Співвідношення довжин маятників 4:9. Скільки коливань здійснив за даний інтервал часу кожний маятник?

24. Яким буде період коливань математичного маятника завдовжки 1 м, якщо його помістити на Марс? Маса Марса в 9,3 разу менша, ніж маса Землі; радіус Марса в 1,9 разу менший, ніж радіус Землі.

25. Рівняння коливань тягаря на пружині має вигляд: $x = 10\cos 2\pi t$ (см). Знайдіть повну механічну енергію коливань, найбільшу швидкість руху тягаря, кінетичну та потенціальну енергії системи через $\frac{1}{6}$ с після початку відліку часу. Маса тягаря – 1 кг. Систему вважайте консервативною.

26. На яку максимальну висоту відхиляється математичний маятник, якщо в момент проходження ним положення рівноваги швидкість його руху дорівнює 2 м/с?

27. Тіло масою 200 г коливається на пружині жорсткістю 40 Н/м з амплітудою коливань 5 см. Визначте швидкість руху тіла в той момент, коли його зміщення дорівнює 1 см. Обчисліть повну механічну енергію системи та найбільшу швидкість руху тіла.

28. Рівняння коливань пружного маятника масою 5 кг має вигляд: $x = 0,2\cos 10\pi t$ (м). Визначте, якими будуть через 0,025 с повна механічна енергія коливань, кінетична та потенціальна енергії маятника. Обчисліть найбільшу швидкість руху тягаря.

29. Тягар, підвішений на пружині жорсткістю 100 Н/м, коливається з амплітудою 2 см. Обчисліть кінетичну та потенціальну енергії тягара у фазі $\frac{\pi}{3}$ рад.

30. До кінця пружини маятника, тягар якого має масу 0,5 кг, прикладено змінну силу, що змінюється з частотою 10 Гц. Чи виникне резонанс, якщо жорсткість пружини дорівнює 200 Н/м?

31. На якій мінімальній швидкості руху потяга виникне резонанс, якщо довжина залізничної рейки дорівнює 25 м, а період власних коливань потяга – 1,25 с?

32. На рис. 63 подано резонансну криву пружинного маятника. Визначте жорсткість пружини, якщо маса тягара маятника – 1 кг.

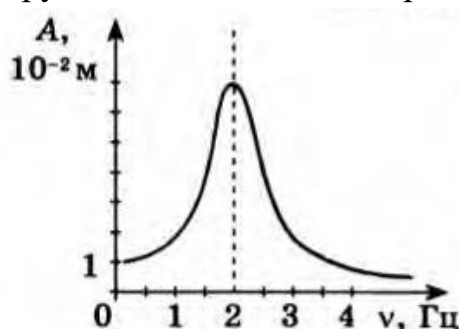


Рис. 63.

33. У вагоні потяга на нитці завдовжки 40 см підвішено невеликий тягар. Якою є швидкість руху потяга в той момент, коли тягар починає розгойдуватись особливо інтенсивно? Довжина залізничної рейки дорівнює 25 м.

34. На рис. 64 подано графік поперечної хвилі, що поширюється аправо. У якому напрямку в даний момент часу рухаються частинки A, B і C хвилі?

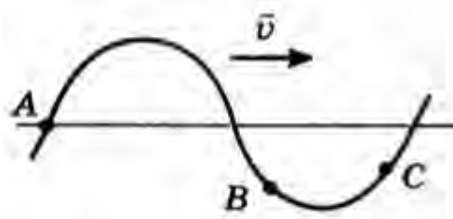


Рис. 64.

35. У результаті вибуху, зробленого геологами, в земній корі поширилася хвиля зі швидкістю 4,5 км/с. Відбита від глибоких шарів Землі, ця хвиля була зафіксована на поверхні Землі через 20 с після вибуху. На якій глибині залягає порода, густина якої різко відрізняється від густини земної кори?

36. Людина, стоячи на березі моря, визначила, що відстань між сусідніми гребенями хвиль, які йдуть одна за одною, дорівнює 15 м. Крім того, вона підрахувала, що за 75 с до берега доходить 16 хвильових гребенів. Визначте швидкість поширення хвиль.

37. В океані довжина хвилі сягає 270 м, а її період дорівнює 13,5 с. Визначте швидкість поширення такої хвилі.

38. На рис. 65 дано графіки поперечних хвиль і показано напрямки їхнього поширення. У якому напрямку зміщуються частинки хвиль, зазначені на рисунку?

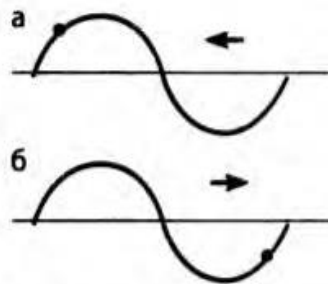


Рис. 65.

39. На рис. 66 дано графіки поперечних хвиль і показано напрямки коливань однієї з їхніх частинок. У якому напрямку поширюються хвилі?

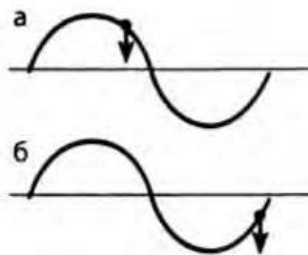


Рис. 66.

40. За графіком коливань джерела хвилі (графік залежності $x(t)$) (рис. 67) побудуйте графік хвилі, яка йде від нього (графік залежності $x(s)$). Швидкість поширення хвилі 20 м/с.

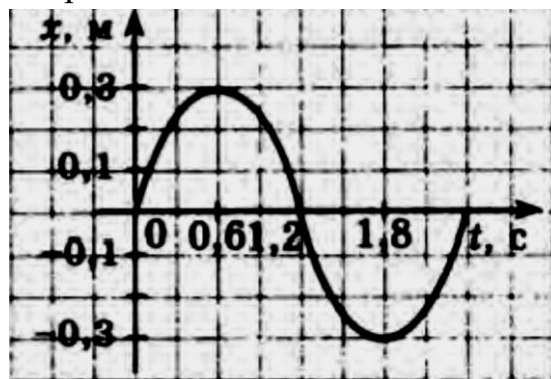


Рис. 67.

Електромагнітні коливання і хвилі

1. За графіком коливань тіла на пружині, наведеним на рис. 68: визначте амплітуду, період, частоту й циклічну частоту коливань; запишіть рівняння коливань та рівняння швидкості руху тіла; знайдіть зміщення та швидкість руху тіла у фазі $\frac{\pi}{6}$ рад.

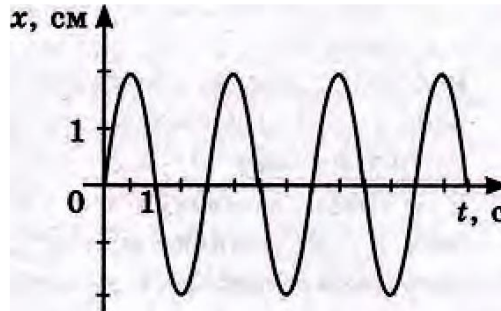


Рис. 68.

2. Запишіть рівняння гармонічних коливань сили струму в електричній лампі розжарювання, якщо амплітуда коливань сили струму 0,5 А, а період коливань 0,02 с. У момент початку спостереження сила струму в лампі максимальна.

3. Тіло на пружині здійснює 3 коливання за секунду. Максимальне відхилення тіла від положення рівноваги 0,8 см. Запишіть рівняння гармонічних коливань, якщо в момент початку спостереження тіло перебувало в положенні рівноваги.

4. Рівняння коливань деякого тіла має вигляд: $x = 0,02\cos(\frac{\pi}{4}t + \frac{\pi}{4})$ (м). Визначте: а) амплітуду, період і частоту коливань цього тіла; б) фазу коливань, координату і швидкість руху тіла через 1 с після початку спостереження.

5. На рис. 69 і 70 наведено графіки гармонічних коливань. Для кожного випадку: а) визначте амплітуду, період і частоту коливань; б) запишіть рівняння коливань.

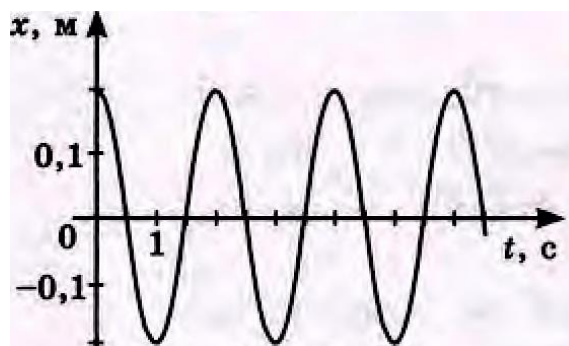


Рис. 69.

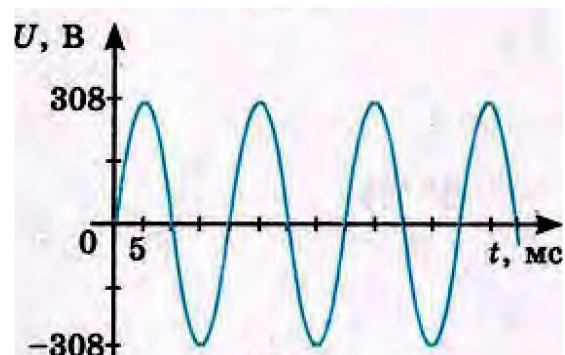


Рис.70.

6. Ідеальний коливальний контур складається з конденсатора ємністю 0,4 мкФ і котушки індуктивністю 1,0 мГн. Конденсатор зарядили до напруги 100 В і замкнули на котушку. Визначте електричну енергію, передану конденсатору, та максимальну силу струму в котушці.

7. Ідеальний коливальний контур складається з конденсатора ємністю 1,0 мкФ і котушки індуктивністю 10 мГн. Який максимальний заряд на обкладках конденсатора, якщо максимальна сила струму в котушці становить 100 мА?

8. Максимальне (амплітудне) значення сили струму в коливальному контурі 1,2 мА, а амплітудне значення заряду на обкладках конденсатора 30 нКл. Визначте індуктивність котушки, якщо ємність конденсатора 200 пФ.

9. Конденсатор ємністю 2,0 мкФ зарядили до напруги 10 В і замкнули на котушку індуктивністю 600 мкГн. Знайдіть: а) максимальну енергію магнітного поля котушки; б) максимальну силу струму в котушці; в) силу струму в котушці в той момент, коли напруга на обкладках конденсатора зменшиться до 6,0 В.

10. Максимальна напруга на обкладках конденсатора ідеального коливального контуру досягає 1,0 кВ. Визначте період електромагнітних коливань у контурі, якщо за амплітудного значення сили струму 1,0 А енергія магнітного поля в контурі становить 1,0 мДж.

11. Чому дорівнює період власних електромагнітних коливань у коливальному контурі, індуктивність якого дорівнює 1,5 мГн, а ємність — 15 мкФ? Як зміниться результат, якщо приєднати ще три такі самі конденсатори: а) паралельно конденсатору; б) послідовно з конденсатором?

12. Електричний заряд на обкладках конденсатора коливального контуру змінюється за законом: $q = 0,01 \cos\left(\frac{\pi}{6} \cdot 10^6 t\right)$. Ємність конденсатора 400 пФ. Визначте: 1) початкову фазу й циклічну частоту коливань у контурі; 2) період і частоту коливань; 3) амплітудні значення заряду та сили струму; 4) індуктивність котушки; 5) енергію електричного поля конденсатора та енергію магнітного поля котушки через $t = 2$ мкс після початку спостереження.

13. Рамка площею 100 см², що містить 60 витків проводу, рівномірно обертається з частотою 120 об/хв в однорідному

полі індукцією 0,025 Тл. У момент початку відліку часу площа рамки перпендикулярна до ліній магнітної індукції, а) Запишіть рівняння залежності магнітного потоку, який пронизує рамку, від часу; б) визначте значення ЕРС індукції в рамці через $\frac{1}{24}$ с після початку спостереження; в) знайдіть максимальну силу струму в рамці, якщо рамка приєднана до активного навантаження опором 25 Ом, а опір рамки 5 Ом.

14. У рамці, що має 50 витків проводу й рівномірно обертається в однорідному магнітному полі, потік магнітної індукції змінюється за законом: $\Phi(t) = 2,0 \cdot 10^{-3} \cos 314t$. Рамка опором 2 Ом замкнена на активний опір 10 Ом. Запишіть рівняння залежностей $e(t)$ та $i(t)$. Знайдіть: а) значення ЕРС в рамці через 5,0 мс після початку спостереження; б) максимальну силу струму в рамці; в) силу струму через 1,0 мс після початку спостереження.

15. Дротяна прямокутна рамка розмірами 20 х 30 см, що має 20 витків мідного дроту діаметром 1 мм, перебуває в однорідному магнітному полі індукцією 0,5 Тл. Рамку замикають на резистор опором 6,6 Ом і надають обертання з частотою 10 об/с. Визначте максимальну силу струму, що виникає в рамці.

16. Скільки пар магнітних полюсів мають ротори генераторів Дніпрогесу, якщо, здійснюючи 83,3 об/хв, вони виробляють струм стандартної частоти (50 Гц)?

17. В освітлювальних колах змінного струму застосовують напруги 220 В і 127 В. На які напруги має бути розрахована ізоляція в цих колах?

18. На ділянці кола з активним опором 900 Ом сила струму змінюється за законом: $i = 0,5 \sin 100\pi t$ (А). Визначте: діючі значення сили струму й напруги; потужність, яка виділяється на ділянці; напругу, на яку має бути розрахована ізоляція проводів. Запишіть рівняння залежності $U(t)$.

19. На рис. 71 наведено графік залежності напруги в мережі від часу. За який час закипить вода в чайнику, що містить 1,5 л води, якщо опір нагрівального елемента чайника 20 Ом, ККД чайника 72 %, а початкова температура води 20 °С?

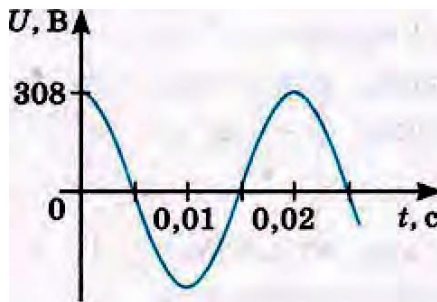


Рис. 71.

20. Первинна обмотка трансформатора, яка містить 1500 витків проводу, підключена до кола змінного струму напругою 220 В. Визначте кількість витків у вторинній обмотці, якщо вона має живити коло з напругою 6,3 В за сили струму 1,5 А. Навантаження активне, опір вторинної обмотки 0,20 Ом. Опором первинної обмотки знехтувати.

21. Первинна обмотка трансформатора містить 1000 витків проводу, вторинна — 3500 витків. У режимі холостого ходу напруга на вторинній обмотці дорівнює 105 В. Яка напруга подається на трансформатор? Яким є коефіцієнт трансформації?

22. Потужність, яку споживає трансформатор, становить 90 Вт, напруга на вторинній обмотці 12 В. Якою є сила струму у вторинній обмотці, якщо ККД трансформатора 75 %?

23. Трансформатор із коефіцієнтом трансформації 5 приєднаний до мережі змінного струму напругою 220 В. Визначте опір вторинної обмотки трансформатора, якщо напруга на ній дорівнює 42 В, а сила струму 4,0 А. Опором первинної обмотки знехтувати.

24. Визначте довжину електромагнітної хвилі у вакуумі, на яку настроєний коливальний контур радіоприймача, якщо при максимальному заряді конденсатора $2,0 \cdot 10^{-8}$ Кл максимальна сила струму в контурі досягає 1,0 А.

25. Відкритий коливальний контур випромінює електромагнітні хвилі довжиною 150 м. Яку ємність має конденсатор контуру, якщо індуктивність котушки 1,0 мГн? Активним опором контуру знехтувати.

26. У якому діапазоні довжин хвиль працює радіопередавач, якщо ємність конденсатора його коливального контуру може змінюватися від 60 до 240 пФ, а індуктивність котушки дорівнює 50 мкГн?

РОЗДІЛ 5. Оптика та основи теорії відносності

Хвильова оптика

1. Два плоских прямокутних дзеркала утворюють двогранний кут 150° . На відстані 10 см від лінії дотику дзеркал і на однаковій відстані від кожного з них розташоване точкове джерело світла. Визначте відстань між уявними зображеннями джерела світла у дзеркалах.

2. Кут між падаючим і відбитим променями становить 80° . Чому дорівнює кут падіння променя?

3. Сонячний промінь відбивається від поверхні озера. Кут між падаючим променем і горизонтом удвічі більший, ніж кут між падаючим і відбитим променями. Чому дорівнює кут падіння променя?

4. Промінь, напрямлений горизонтально, падає на вертикальний екран. Коли на шляху променя розташували плоске дзеркало, світлова пляма на екрані змістилася вгору на 20 см. Визначте кут падіння променя на дзеркало, якщо відстань від дзеркала до екрана 40 см.

5. Дерево, освітлене сонячними променями, відкидає тінь завдовжки 25 м. Стійка футбольних воріт, висота якої 2,44 м, відкидає тінь завдовжки 2,0 м. Знайдіть висоту дерева.

6. У дно водойми глибиною 2,5 м вбито стовп так, що його верхня частина піднімається над поверхнею води на 1,0 м. Обчисліть довжину тіні стовпа на дні водойми, якщо висота сонця над горизонтом 30° .

7. Перенесіть рис. 72 у зошит. Вважаючи, що середовище 1 має більшу оптичну густину, ніж середовище 2, для кожного випадку схематично побудуйте падаючий або заломлений промінь, позначте кути падіння й заломлення.

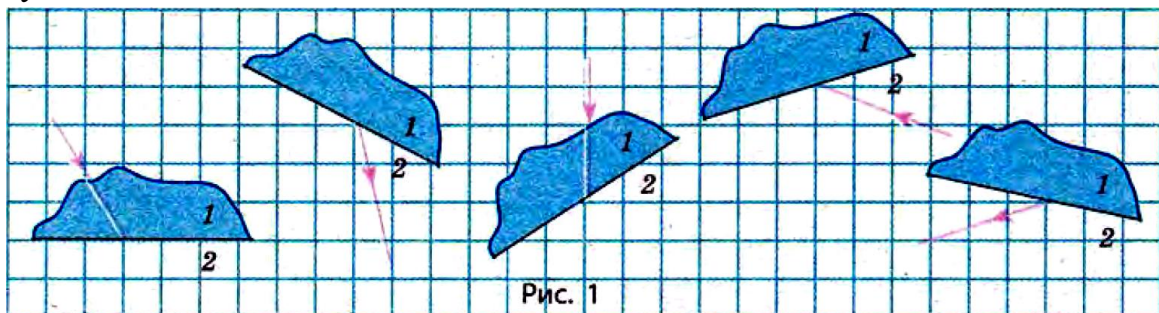


Рис. 1

Рис. 72.

8. Визначте швидкість світла: в алмазі; у воді; у льоді.
9. Визначте кут повного внутрішнього відбивання для межі поділу середовищ: вода — повітря; алмаз — вода; скло — вода.
10. Світло падає з повітря на поверхню деякої прозорої речовини під кутом 45° . Визначте абсолютний показник заломлення цієї речовини, якщо заломлене світло поширюється під кутом 60° до поверхні поділу середовищ.
11. Обчисліть товщину d скляної плоскопаралельної пластинки (рис. 73), після проходження якої світловий промінь зміщується на відстань $l = 4$ мм. Кут падіння світла на пластинку $\alpha = 45^\circ$.

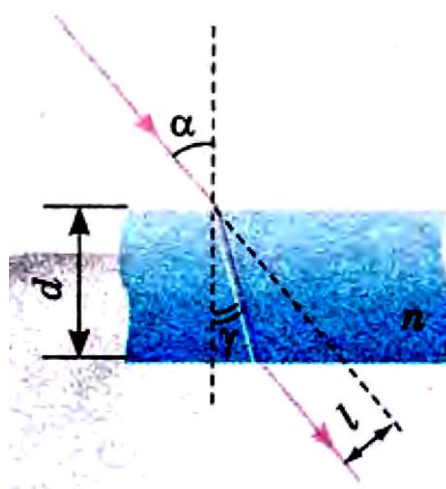


Рис. 73.

12. Визначте діаметр світлої круглої плями на поверхні води в басейні, якщо лампа, яка утворює цю пляму, розташована на глибині 2,4 м. Світло від лампи поширюється в усіх напрямках.
13. Промінь світла, що падає на бічну грань рівнобічної призми із заломлюючим кутом θ , після заломлення йде паралельно основі призми (рис. 74). Після виходу з призми він виявляється відхиленим від початкового напрямку на кут φ . Знайдіть показник заломлення речовини, з якої виготовлена призма.

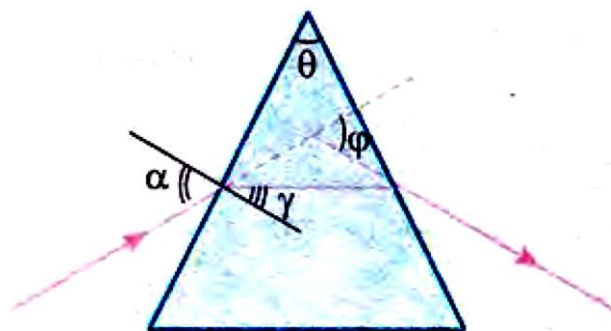


Рис. 74.

14. На розсіювальну лінзу падає збіжний пучок променів (рис. 75). Після заломлення в лінзі промені перетинаються в точці, розташованій на відстані a від лінзи. Якщо лінзу прибрати, то точка перетину променів переміститься ближче до місця, де перебувала лінза, на відстань b . Визначте фокусну відстань лінзи.

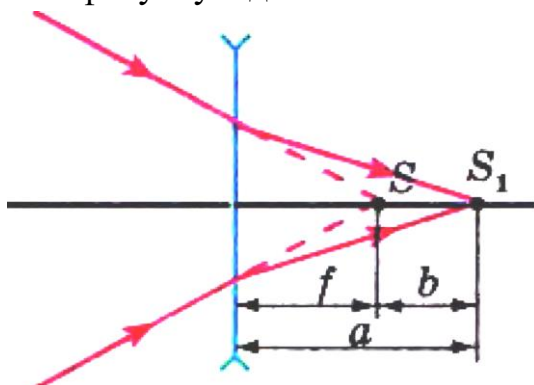


Рис. 75.

15. На рис. 76 показано головну оптичну вісь KN лінзи, світну точку S та її зображення S_1 . Перенесіть рисунок у зошит і за допомогою відповідних побудов визначте для кожного випадку розташування оптичного центра та фокусів лінзи, тип лінзи й вид зображення.

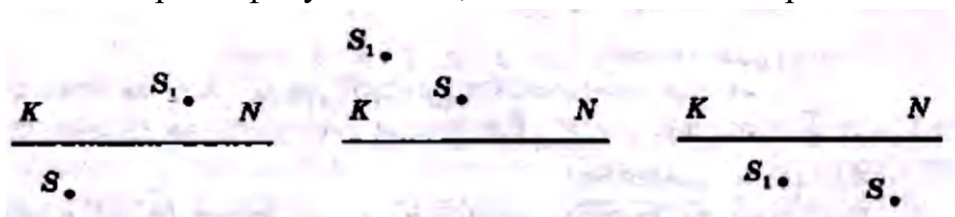


Рис. 76.

16. Предмет розташований на відстані 1 м від лінзи, а його уявне зображення — на відстані 25 см від лінзи. Визначте оптичну силу лінзи. Яка це лінза — збиральна чи розсіювальна?

17. Для отримання зображення предмета в натуральну величину його помістили на відстані 25 см від лінзи. Визначте оптичну силу лінзи. Яка це лінза — збиральна чи розсіювальна?

18. Якщо предмет розташований на відстані 36 см від збиральної лінзи, то висота його зображення 10 см, а якщо на відстані 24 см — то висота його зображення 20 см. Визначте фокусну відстань лінзи та висоту предмета.

19. Шафа заввишки 180 см розташована на відстані 2 м від спостерігача. Який розмір її зображення на сітківці? Під яким кутом зору видно шафу? Оптична сила ока 58,5 дптр.

20. Збільшення мікроскопа дорівнює 500. Визначте оптичну силу об'єктива, якщо фокусна відстань окуляра 5 см, а довжина тубуса — 20 см.

21. Фокусна відстань окуляра телескопа 2,5 см. Визначте оптичну силу його об'єктива, якщо телескоп дає 40-кратне збільшення.

22. Визначте товщину плівки на поверхні лінзи, якщо плівка розрахована на максимальне гасіння світлової хвилі довжиною 555 нм (рис. 77). Абсолютний показник заломлення плівки 1,231.

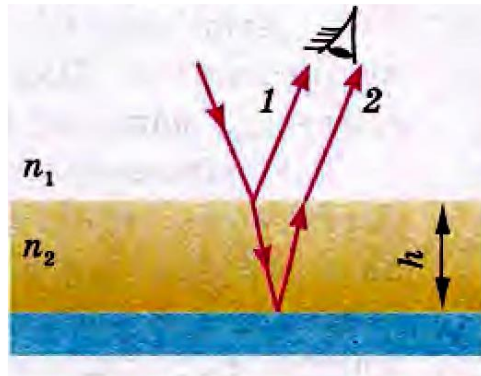


Рис. 77.

23. У деяку точку простору надходять когерентні світлові хвилі з геометричною різницею ходу 1,2 мкм. Довжина хвиль у вакуумі 600 нм. Визначте, посилення чи послаблення світла відбувається в точці, якщо світло поширюється у вакуумі; у повітрі; у воді; в алмазі.

24. В обидва плеча інтерферометра Майкельсона помістили дві циліндричні кювети завдовжки 50 мм кожна. Коли в одній з кювет повітря замінили вуглекислим газом, то інтерференційний спектр змістився на 25 смуг. Визначте показник заломлення вуглекислого газу, якщо показник заломлення повітря 1,0003. Інтерферометр освітлювався світлом з довжиною хвилі 630 нм.

25. На дифракційну ґратку, що містить 200 штрихів на 1 мм, падає плоска монохроматична хвиля довжиною 500 нм. Визначте: а) найбільший порядок спектра, який можна спостерігати за нормального падіння променів на ґратку; б) кут, під яким спостерігається максимум другого порядку.

26. Дифракційна ґратка має 250 штрихів на 1 мм. На ґратку падає монохроматичне світло з довжиною хвилі 550 нм. Під яким кутом видно перший дифракційний максимум? Скільки всього максимумів дає ґратка?

27. Визначте довжину хвилі монохроматичного світла, що падає на ґратку з періодом $3,33 \text{ мкм}$, якщо максимум першого порядку видно під кутом 10° .

28. Для вимірювання довжини світлової хвилі застосовано дифракційну ґратку, що має 1000 штрихів на 1 мм . Максимум першого порядку на екрані отримано на відстані 24 см від центрального. Визначте довжину хвилі, якщо відстань від дифракційної ґратки до екрана $1,0 \text{ м}$.

29. Дифракційна ґратка, що має 200 штрихів на 1 мм , розташована на відстані 2 м від екрана. На ґратку падає біле світло, максимальна довжина хвилі якого 720 нм , мінімальна — 430 нм . Знайдіть ширину спектра першого порядку.

Елементи квантової фізики

1. Скільки фотонів за секунду випромінює волосок електричної лампи розжарювання, споживана потужність якої 100 Вт, якщо на випромінювання світла витрачається 4,4 % електричної енергії? Довжину хвилі випромінювання вважайте такою, що дорівнює 600 нм.

2. Знайдіть енергії фотонів синього та червоного випромінювань, довжини хвиль яких дорівнюють 480 і 720 нм відповідно. Енергія якого фотона є більшою і в скільки разів?

3. Визначте імпульс і енергію кванта ультрафіолетового випромінювання, довжина хвилі якого 20 нм.

4. Тривалість імпульсу рубінового лазера 1 мс. За цей час лазер випромінює $2 \cdot 10^{19}$ світлових фотонів із довжиною хвилі 694 нм. Чому дорівнює потужність спалаху лазера?

5. Чутливість сітківки ока до жовтого світла становить $3,3 \cdot 10^{-18}$ Вт. Скільки фотонів має щосекунди поглинатися сітківкою, щоб виникло зорове відчуття? Довжину хвилі вважайте такою, що дорівнює 600 нм.

6. Цинкова пластина освітлюється монохроматичним світлом із довжиною хвилі 300 нм. Якого максимального потенціалу набуде пластина? Червона межа фотоефекту для цинку $\lambda_{\text{черв}} = 332$ нм.

7. Електрон виходить із цезію з максимальною кінетичною енергією 2 еВ. Яка частота світла, що опромінює цезій, якщо робота виходу дорівнює 1,8 еВ?

8. На рис. 78 подано вольт-амперну характеристику фотоефекту. Накресліть вольт-амперні характеристики: 1) у разі збільшення частоти падаючого випромінювання; 2) у разі зменшення падаючого світлового потоку.

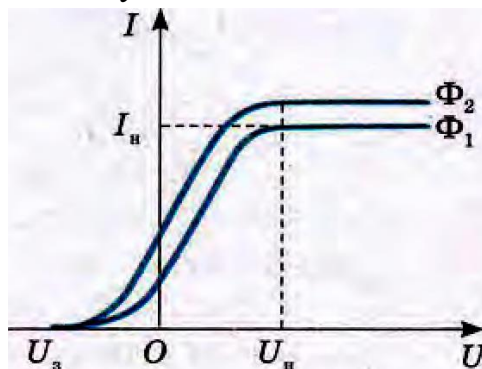


Рис. 78.

9. Яка максимальна кінетична енергія фотоелектронів, «вирваних» із калієвого фотокатода фіолетовим світлом із довжиною хвилі 420 нм?

10. Визначте максимальну швидкість фотоелектрона, що вилетів із срібла внаслідок освітлення його ультрафіолетовим випромінюванням із довжиною хвилі 155 нм.

11. Знайдіть частоту світла, якщо електрони, «вирвані» цим світлом з поверхні металу, повністю затримуються напругою 2,0 В. Фотоефект у цьому металі починається за частоти падаючого світла $6,0 \cdot 10^{14}$ Гц. Яка робота виходу електрона для цього металу?

Елементи теорії відносності

1. Космічний корабель віддаляється від Землі з відносною швидкістю $v = 0,75$ с. З нього стартує ракета (у напрямі від Землі) зі швидкістю $u' = 0,75$ с відносно корабля. Чому дорівнює швидкість ракети відносно Землі?

2. Дві частинки віддаляються від спостерігача зі швидкостями $0,7$ с у протилежні боки. Якою є швидкість частинок відносно одна одної?

3. Дві фотонні ракети віддаляються одна від одної зі швидкістю $0,65$ с відносно земного спостерігача. Чому дорівнює відносна швидкість ракет?

4. З якою швидкістю відносно Землі має рухатися космічний корабель, щоб його поздовжні розміри для земного спостерігача були вдвічі менші за справжні?

5. З якою швидкістю має рухатися космічний корабель відносно Землі, щоб годинник на ньому йшов у 4 рази повільніше, ніж на Землі?

6. Який час сплине на Землі, якщо в ракеті, яка рухається зі швидкістю $2,4 \cdot 10^8$ м/с відносно Землі, минуло 6 років?

7. Скільки часу для жителів Землі й для космонавтів триватиме подорож до зорі в ракеті, що летить зі швидкістю, яка дорівнює $0,9$ швидкості світла? Відстань від земного спостерігача до зорі — 40 світлових років.

8. Порівняйте енергію, що виділяється внаслідок зміни маси тіла на 1 кг і в результаті згоряння 1 кг бензину.

9. 1 г води передали 100 Дж теплоти. На скільки збільшилася маса води? Звідки береться додаткова маса?

10. На скільки змінюється маса 1 кг льоду в результаті плавлення?

11. Обчисліть кінетичну енергію електрона, що рухається зі швидкістю $0,6$ с.

12. Електрон і протон рухаються назустріч один одному відносно нерухомого спостерігача з швидкостями $2 \cdot 10^8$ і $2,5 \cdot 10^8$ м/с. Знайти швидкість цих частинок одна відносно одної, виходячи з релятивістської і класичної формул додавання швидкостей. Результати порівняти.

13. Синхрофазотрон дає пучок протонів, швидкість яких дорівнює 0,99 с. Знайти: 1) масу протонів; 2) зменшення розмірів протонів у напрямі їх руху; 3) час, з точки зору земного спостерігача, який відповідає проміжку часу в 1 с, виміряному годинником, зв'язаним з протоном; 4) кінетичну енергію протона. Маса спокою протона вважати такою, що дорівнює $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.

14. Сонце щосекунди випромінює енергію, що дорівнює $1,08 \cdot 10^{20}$ кВт·год. Знайти зміну маси Сонця за цей час. Через скільки часу маса Сонця становитиме 0,9 маси на даний момент часу? Вважати випромінювання Сонця рівномірним, а його масу такою, що дорівнює $1,97 \cdot 10^{30}$ кг.

15. Маса рухомого електрона у 20 разів більша за його масу спокою. З якою швидкістю рухається цей електрон?

16. При якій відносній швидкості руху тіла відбувається скорочення його довжини на 50%?

17. Швидкість руху мезона, що входить до складу космічних променів, становить 0,95с. Який інтервал часу за годинником земного спостерігача відповідає одній секунді, виміряний годинником, пов'язаним з мезоном?

18. Знайти швидкість руху електрона, якщо його повна енергія у два рази більша за енергію спокою. Яка при цьому маса електрона?

19. На скільки (у нг) зміниться маса 1 кг льоду при плавленні? Питома теплота плавлення льоду $3,6 \cdot 10^5$ Дж/кг, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

20. Загальна потужність випромінювання Сонця $3,6 \cdot 10^{26}$ Вт. Визначити зменшення маси Сонця за 1 с. Відповідь дати в мегатоннах, $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

21. Пі-мезон, який рухається зі швидкістю 10^8 м/с, розпадається на два фотони, які летять у протилежних напрямках. Визначити відношення енергій фотонів (більше одиниці). $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

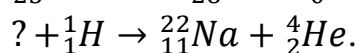
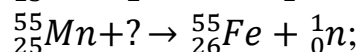
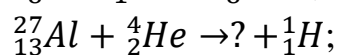
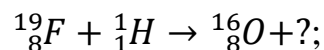
РОЗДІЛ 6. Атомна і ядерна фізика

1. Визначте радіус першої орбіти атома Гідрогену (так званий *радіус Бора*). Маса електрона $9,11 \cdot 10^{-31}$ кг; заряд електрона $1,60 \cdot 10^{-19}$ Кл; стала Планка $6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с; електрична стала $8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.
2. Обчисліть загальну енергію електрона, який перебуває на третій орбіті атома Гідрогену.
3. Визначте енергію, яку випромінює електрон під час переходу в атомі Гідрогену з п'ятої орбіти на першу.
4. Унаслідок опромінювання атомів Меркурію електронами енергія атомів збільшується на 4,9 еВ. Якою буде довжина хвилі випромінювання під час переходу атомів Меркурію в незбуджений стан?
5. Знайдіть дефект мас ядра Нітрогену $^{14}_7\text{N}$.
6. Для ядра якого елемента енергія зв'язку дорівнює нулю?
7. Яка питома енергія зв'язку ядра $^{56}_{26}\text{Fe}$?
8. Яку енергію треба витратити, щоб розділити ядро атома Літію ^7_3Li на протони та нейтрони, що його складають?
9. Яку кількість енергії можна отримати від ділення 1 г Урану $^{235}_{92}\text{U}$ якщо в ході кожного поділу виділяється енергія, що дорівнює приблизно 200 МеВ?
10. Визначте електричну потужність атомної електростанції, яка витрачає за добу 440 г ізотопу Урану - 235 і має ККД 20 %. Під час поділу одного ядра $^{235}_{92}\text{U}$ виділяється 200 МеВ енергії.
11. Яка енергія виділяється в результаті термоядерної реакції синтезу 2 г Гелію із Дейтерію та Тритію?
12. Потужність реактора атомного криголама дорівнює 80 000 кВт. Споживання реактором Урану - 235 становить 500 г на добу. Визначте ККД реактора.
13. Якій енергії (у кВт·год) відповідає спалювання в ядерному реакторі 15 г Урану - 235? Унаслідок поділу одного ядра $^{235}_{92}\text{U}$ виділяється 200 МеВ енергії.
14. У результаті поглинання ядром Нітрогену $^{14}_7\text{N}$ α -частинки з'являються невідомий елемент і протон. Запишіть ядерну реакцію та визначте невідомий елемент.

15. Під час радіоактивного розпаду з ядра $^{235}_{92}\text{U}$ випромінюється α -частинка. Запишіть ядерну реакцію. На ядро якого елемента перетворюється при цьому ядро атома Урану?

16. Ядро Натрію $^{24}_{11}\text{Na}$ розпадаючись, випромінює електрон. Ядро якого елемента при цьому утворюється?

17. Запишіть ядерні реакції, заповнивши пропуски:



18. Унаслідок бомбардування ізотопу Нітрогену $^{14}_7\text{N}$ нейтронами отримано ізотоп Карбону $^{14}_6\text{C}$, який виявився - радіоактивним. Запишіть рівняння обох реакцій.

19. Унаслідок опромінювання ізотопу Меркурію $^{198}_{80}\text{Hg}$ нейтронами утворюються атоми Ауруму $^{198}_{79}\text{Au}$. Запишіть ядерну реакцію. Чи вигідно таким шляхом практично отримувати золото?

20. Визначте масу Радію-226, що міститься в радіонуклідному зразку, якщо активність Радію становить 5 Кі.

21. Період піврозпаду Цезію-137 становить 30 років. Скільки відсотків атомів цього ізотопу розпадається за 240 років?

22. Визначте (у тис. років) вік залишків стародавнього поселення, якщо в деревині, знайденій на місці розкопок, залишилося 25 % радіоактивного Карбону $^{14}_6\text{C}$ від його початкової кількості. Період піврозпаду радіоактивного Карбону $^{14}_6\text{C}$ становить 5700 років.

23. Період піврозпаду ізотопу Радію $^{226}_{88}\text{Ra}$ становить 1600 років. Скільки ядер ізотопу розпадеться за 3200 років, якщо початкова кількість радіоактивних ядер $N_0 = 10^9$?

24. В організмі людини вміст калію становить приблизно 0,19 % від її маси. Радіоактивний ізотоп $^{40}_{19}\text{K}$ у природній суміші ізотопів становить 0,012 %, період його піврозпаду — 1,24 млрд років. Скільки ядер ізотопу Калію $^{40}_{19}\text{K}$ розпадається за 1 с у тканинах організму людини, якщо її маса становить 50 кг?

РОЗДІЛ 7. Астрономія

1. Зоря Вега розташована на відстані 26,4 св. року від Землі. Скільки років летіла б до неї ракета з постійною швидкістю 30 км/с?
2. Опівдні ваша тінь у два рази менша, ніж ваш зріст. Визначте висоту Сонця над горизонтом.
3. На скільки відрізняється місцевий час у Сімферополі від київського часу?
4. Астероїд Амур рухається по еліпсу з ексцентриситетом 0,43. Чи може цей астероїд зіткнутися із Землею, якщо його період обертання навколо Сонця дорівнює 2,66 року?
5. На якій висоті над поверхнею Землі має обертатися геостаціонарний супутник, який висить над однією точкою Землі?
6. Чи можуть космонавти з поверхні Місяця неозброєним оком побачити Чорне море?
7. На поверхні якої планети земної групи вага космонавтів буде найменшою ?
8. Коли, взимку чи влітку, у вікно вашої квартири опівдні потрапляє більше сонячної енергії? Розгляньте випадки: А) Вікно виходить на південь; Б) Вікно виходить на схід.
9. Визначте радіус зорі Вега, яка випромінює у 55 разів більше енергії, ніж Сонце. Температура поверхні становить 1 1000 К. Який вигляд мала б ця зоря на нашому небі, якби вона світила на місці Сонця?
10. В яких точках своїх орбіт перебували Місяць і Земля? Поблизу якої дати відбулося це затемнення? Які приблизно відстані були в цей час від Землі до Місяця і Сонця? Якою була видима зоряна величина Сонця в той момент, коли диск Місяця переміщався по на тлі сонячного диску?
11. Знайти радіус паралелі, на якій розташовано місто Кіровоград.
12. Знайти довжину земного меридіану, якщо середній радіус прийняти рівним 6370 км.
13. Знайти географічну широту с. Злинка та м. Мала Виска, якщо їх відстані від паралелі складають відповідно 7 км на південь та 12 км на північ.

14. Знайти географічну широту місця, якщо 22 березня тінь від метрового гномона дорівнює 1,15 см.

15. Людина з аеродрому м. Києва вилетіла літаком, який здійснив вимушену посадку. Годинник пасажира показує 7 год 15 хв київського часу, а на аеродромі - 8 г 32 хв. Найдіти довготу місця вимушеної посадки.

16. Зараз людство може відправити космічні кораблі-зонди до найближчих зоряних систем, скажімо до Проксими Центавра, адже світло туди доходить за чотири роки. Чому ми цього не робимо? Сучасна швидкість космічних апаратів складає 30 км/с.

17. При якому взаємному розміщенні Сонця й Місяця припливи особливо великі? Як часто це буває?

18. З якою метою башти майже усіх телескопів фарбують у білий колір?

19. Космонавти здійснили посадку на берег океану планети Ікс і побачили, що айсберг, який на 20 метрів виступає над поверхнею води, повністю зникає з поля зору при віддаленні від берега на 20 кілометрів. Обчисліть радіус планети Ікс.

20. На супутнику Юпітера Іо було виявлено виверження вулканів. За знімком виверження на лімбі супутника визначено висоту викиду, що становить 123 кілометри. Визначити швидкість викиду вулканічного матеріалу, якщо маса Іо $8,94 \cdot 10^{22}$ кг, а його радіус 1820 кілометрів.

21. Яку тривалість повинна мати доба на Землі, щоб тіла на її екваторі перебували б у стані невагомості?

22. Двигун реактивного літака, що летить зі швидкістю 720 м/с, щосекунди засмоктує 100 кг повітря, витрачає 4 кг пального і викидає 104 кг продуктів згорання з швидкістю 500 м/с відносно літака. Визначте силу тяги літака.

23. Навколо планети по коловій орбіті радіусом 4700000 км з швидкістю 10 км/с обертається супутник. Яка середня густина планети, якщо її радіус 150000 км.

24. Чим відрізняється вигляд зоряного неба на різних планетах Сонячної системи?

25. За допомогою карти зоряного неба визначте екваторіальні координати сонця на день вашого народження. У якому сузір'ї

спостерігається сонце у цей день? Чи збігається це сузір'я зі знаком зодіаку в гороскопах на цей день?

26. Яким чином польоти в космос допомагають розкрити таємниці Всесвіту? Дайте розгорнуту відповідь, проілюструйте її рисунками.

27. У подвійній зірці Сіріус компоненти Сіріус А і Сіріус Б (Щеня) рухаються навколо центра мас по колових орбітах, великі півосі яких відносяться як 2:3. Період обертання Сіріуса Б становить 50 років, а велика піввісь його орбіти $a_2 = 20,3$ а.о. Визначити маси Сіріуса А і Сіріуса Б у сонячних масах.

28. Паралакс Маркеба (капа Корми) $p = 0.01''$. Знайти відстань до цієї зірки та її абсолютну зоряну величину, якщо її видима зоряна величина $m = 3,8$.

29. Космічний корабель обертається навколо Землі по коловій орбіті на висоті 200 км. Визначте лінійну швидкість корабля.

30. Тунгуське космічне тіло під час входження в атмосферу Землі мало швидкість 35 км/с, а енергія вибуху дорівнювала 10^{16} Дж. Вибух спостерігався на горизонті біля м. Киренська (на річці Лена) на відстані 350 км від місця входження космічного тіла. Визначте, на якій висоті був вибух, та оцініть масу Тунгуського метеорита ($R_3=6378,14$ км).

31. Два малих тіла Сонячної системи віддаляються від Сонця в афелії в 2 та 11 разів більше ніж у перигелії. У скільки разів відрізняються їх орбітальні періоди, якщо їх перигелійні відстані однакові.

32. Астероїд має ту ж щільність, що і Земля, а його радіус менший земного в 100 разів. Скільки знадобиться палива, що викидається із сопла ракети зі швидкістю 3 км/с, щоб космічний апарат масою 1000 кг (без урахування палива) зміг покинути астероїд?

33. Місяць видно в останній чверті. Через який час може відбутися сонячне затемнення? Через який час може відбутися місячне затемнення? Відповідь поясніть та обґрунтуйте за допомогою малюнків.

34. Учнівський глобус Землі виготовляють з нахиленою віссю. З чим пов'язане таке виготовлення глобусу? Який кут між віссю і горизонтальною площиною?

35. Вісь добового обертання Землі має нахил до площини руху навколо Сонця (екліптики), тому, щоб вказати на це, макет глобусу і виготовляють з нахилом. Кут між віссю і площиною дорівнює 67.5 град. Кут нахилу між площиною обертання та екватором становить 23.5 град.

36. Якщо бути точним, треба казати, що навколо Сонця обертається не Земля, а система Земля-Місяць. Як далеко від поверхні Землі розташований центр мас цієї системи? З якою лінійною швидкістю рухається центр Землі навколо цього центру мас?

37. Зорі і планети виглядають для неозброєного ока як точки, але при цьому зорі мерехтять, а планети ні. Як це пояснити?

38. Сер Ісак Ньютон народився 25 грудня 1642 року, а помер 20 березня 1727 року. Коли ми будемо відзначати 375-річчя його народження? 290-річчя смерті? Візьміть до уваги, що григоріанський календар в Англії був введений лише в 1752 р.

39. Знайти сонячну сталу для Землі, якщо відомо, що температура фотосфери Сонця дорівнює 5800 К.

40. Деякий уявний астероїд обертається по геліоцентричній орбіті, причому для земного спостерігача може в певні моменти часу знаходитись як в нижньому сполученні з Сонцем, так і в протистоянні. Причому, між двома послідовними протистояннями (або між послідовними сполученнями) минає рівно 1 рік. Яка орбіта цього астероїда? Зробити схематичне креслення, позначивши розташування Землі та астероїда в моменти сполучення та протистояння.

41. До «великих земель» відносять екзопланети з діаметрами менше двох діаметрів Землі. А які у цьому разі максимальні маси таких екзопланет?

42. Спостереження за метеорами виявили наступне спостережне явище: наприкінці ночі кількість метеорів збільшується. Поясніть це явище.

43. Скільки разів за добу на циферблаті годинника співпадає положення стрілок, що показують години та хвилини.

44. Чи можна побачити диск Сонця з поверхні карликової планети Плутон неозброєним оком, та яка буде видима зоряна величина Сонця для такого спостерігача? Розв'язок провести з урахуванням ексцентриситету орбіти.

45. Підраховано, що середня густина зір в околі Сонця дорівнює $0.125 \text{ зорі на } 1 \text{ пк}^3$. Чому дорівнює середня відстань між зорями в околі Сонця в парсеках і в кілометрах?

46. Як буде рухатись відносно сторін світу штучний супутник Землі, площина орбіти якого співпадає з площиною земного екватора для спостерігача у Харкові (широта 50° півн. широти) і для спостерігача у Буенос-Айресі (широта $34,5^\circ$ південної широти), якщо період обертання супутника складає 8 годин.

47. Літак компанії Japan Airlines відправляється у Токіо із міжнародного аеропорту Сан-Франциско (16 часовий пояс) о 20 годині 05 хвилин за поясным часом 28 лютого 2012 р. Час перельоту у Токіо (9 часовий пояс) складає 11 годин 22 хвилини. Визначте дату і поясный час посадки літака в аеропорту Ханеда.

48. 5 червня 2012 р. відбудеться проходження Венери по диску Сонця. У якому напрямку буде рухатись Венера по диску Сонця? Скільки часу буде продовжуватися явище, якщо урахувати, що видимий шлях Венери буде проходити на найменшій відстані $0,6$ радіуса Сонця від його центру?

49. Припустимо, що Ви бажаєте відправити сигнал на планету, що обертається навколо зорі Епсілон у сузір'ї Індійця, з якої радіус земної орбіти видно під кутом $0,288$ кутових секунд. Яка повинна бути мінімальна ширина променя антени (ширина її діаграми направленості), якщо радіус орбіти планети дорівнює $0,6$ радіуса орбіти Землі, а положення на орбіті невідоме? Що необхідно ще знати про зорю, щоб правильно навести антену.

50. Приблизно за добу після хромосферного спалаху на Сонці виникає збурення магнітного поля Землі. Зробіть оцінку середньої енергії протонів сонячного вітру, що викликають це збурення. Відповідь дати в електрон-вольтах.

51. Міжнародна космічна станція рухається на висоті 350 км і робить один оберт навколо Землі за $91,5$ хвилин. Знайти середню густину планети Земля.

52. Зробіть оцінку кількості зір, які видно неозброєним оком, що їх може закрити Місяць при своєму русі по небесній сфері, якщо врахувати, що період повторення послідовності місячних і сонячних затемнень (сарос) є 18 років і 11 діб.

53. 15 червня 2011 р. відбудеться місячне затемнення. Вважаючи, що Місяць пройде через центр земної тіні в 20 год 15 хв за всесвітнім часом, визначити: а) екваторіальні координати Місяця в середині затемнення; б) сузір'я, в якому буде видно Місяць; в) в яких районах Землі буде видно це затемнення; г) тривалість повної тіньової фази затемнення; д) яку інформацію можна одержати при спостереженнях місячних затемнень.

Навчальне видання

*Рекомендовано до друку педагогічною радою Івано-Франківського коледжу
ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»
(протокол №3 від 30 січня 2019 року)*

Гоцанюк Тетяна Василівна

**Збірник задач для проведення
практичних занять з курсу
«Природничі науки: фізика і астрономія»**

Івано-Франківськ, 2018