

**Національного університету цивільного захисту України
Навчально-науковий інститут пожежної та техногенної безпеки
Кафедра фізико-математичних дисциплін**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри
фізико-математичних дисциплін
полковник служби цивільного
захисту

Сергій КАСЯРУМ

«___» _____ 2025 року

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИКОНАННЯ
КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ФІЗИКА»**

За освітньою програмою «Цивільна безпека», «Пожежна безпека»
для студентів заочної форми навчання першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти
у галузі знань К «Безпека та оборона»
за спеціальностями К8 «Пожежна безпека» та К10 «Цивільна безпека»

розглянуто та ухвалено засіданням
кафедри фізико-математичних
дисциплін
протокол № 1 від «27»серпня 2025р.

Черкаси 2025

Методичні рекомендації для виконання контрольної роботи з навчальної дисципліни «Фізика» для студентів заочної форми навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти (спеціальності К8 «Пожежна безпека» та К10 «Цивільна безпека») В. М. Нуянзін, Я. В. Змага, О. В. Борсук, В.Г.Борисенко – Черкаси: НУЦЗ України, 2025. – 45.

Упорядники:

- к.т.н., доцент Віталій НУЯНЗІН;
- к.т.н., доцент Яна ЗМАГА;
- к.т.н. Олена БОРСУК;
- к.ф-м.н., доцент Віталій БОРИСЕНКО.

Методичні рекомендації призначені для виконання контрольних робіт з навчальної дисципліни «Фізика» здобувачами вищої освіти за першим (бакалаврським) рівнем за спеціальностями К8 «Пожежна безпека» та К10 «Цивільна безпека». Методичні рекомендації складаються із вступу, опису загальних вимог з виконання контрольних робіт, критеріїв їх оцінювання, переліку завдань на контрольні роботи передбачені навчальною робочою програмою для I та II семестрів при вивченні обов'язкового компоненту 07 «Фізика», рекомендованої літератури та додатків з необхідними табличними даними.

Зміст

Вступ

1. Загальні вимоги з виконання контрольної роботи
2. Оцінювання контрольної роботи
3. Контрольна робота № 1 (I семестр)
 - 3.1. Теоретичні питання для виконання контрольної роботи
 - 3.2. Задачі
 - 3.3. Приклади розв'язання задач
4. Контрольна робота № 2 (II семестр)
 - 4.1. Теоретичні питання для виконання контрольної роботи
 - 4.2. Задачі.
 - 4.3. Приклади розв'язання задач

Додатки

Рекомендовані інформаційні джерела

ВСТУП

Знання, отримані під час вивчення навчальної дисципліни «Фізика», сприяють розвитку професійного мислення здобувачів вищої освіти. Метою даного курсу є отримання базових знань фундаментальних наук, в обсязі, необхідному для освоєння загально-професійних дисциплін таких як: «Організація робіт у непридатному для дихання середовищі», «Термодинаміка і теплопередача», «Теорія розвитку та припинення горіння», «Пожежна безпека електроустановок», «Стійкість будівель та споруд при пожежі», «Технічна механіка рідини та газу» і інших професійних дисциплін.

Здобувачі під час вивчення повинні отримати знання та уміння необхідні для подальшого вивчення загально-професійних дисциплін.

Здобувачі вищої освіти повинні вивчити: основні поняття та закони класичної та сучасної фізики; математичний апарат фізики; методи розв'язування задач з різних розділів фізики; системи фізичних одиниць; методи фізичного дослідження; принцип роботи основних фізичних приладів; взаємозв'язки фізики з іншими фундаментальними та технічними навчальними дисциплінами;

Набуття теоретичних та практичних навичок щодо застосування фізичних законів для аналізу властивостей тіл, систем та речовин, їх руху та змін їх стану в залежності від умов та взаємодії з навколишнім середовищем; і звичайно мати навички застосування отриманих знань.

При освоєнні навчального матеріалу передбачено виконання самостійної роботи студентів, що є невід'ємною складовою освітнього процесу у вищому навчальному закладі, в процесі якої заплановані завдання виконуються студентом під методичним керівництвом науково-педагогічного працівника, але без його безпосередньої участі.

При вивченні навчальної дисципліни «Фізика» студентами заочної форми навчання передбачено виконання контрольної роботи, що є обов'язковою формою допуску до підсумкового контролю навчальної (зокрема самостійної) роботи студента та відображає ступінь засвоєння матеріалу за програмами конкретних дисциплін, якість освітнього процесу.

Цілі проведення контрольної роботи: перевірка, оцінка та аналіз знань слухачів; рівень засвоєння отриманих теоретичних знань і вміння самостійності проаналізувати фізичний процес та провести його математичний розрахунок.

Контрольна робота є одним із етапів вивчення навчальної дисципліни «Фізика».

1. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ З ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Контрольна робота виконується з метою вивчення теоретичних питань загальних розділів фізики, набуття розуміння фізичних процесів і освоєння методики розв'язання задач, необхідних для практичної роботи працівників підрозділів ОРС ЦЗ ДСНС України.

Виконання контрольних робіт передбачено у I та II семестрах навчання на першому курсі здобуття вищої освіти бакалаврського рівня. Відповідно контрольні роботи передбачають розв'язання задач передбачених тематикою змістових модулів, що передбачені програмою навчальної дисципліни.

Завдання на контрольну роботу складається із 10 варіантів. **Варіант для здобувача вищої освіти визначається відповідно до останньої цифри номеру навчального індивідуального плану здобувача(шифру)** або ж безпосередньо викладачем індивідуально під час лекцій, практичних занять та/або консультацій, що передують виконанню контрольної роботи.

Науково-педагогічний працівник може змінити варіант контрольної роботи з врахуванням специфіки роботи студента.

Робота повинна бути виконана розбірливо, грамотно й охайно оформлена. Контрольна робота може бути подана у формі: електронному (формат .doc або .pdf) або ж у друкованому (формат А4).

При оформленні контрольної роботи за допомогою графічного редактора Word необхідно дотримуватись наступних відступів: зліва – 2,5 см; справа, зверху та знизу – 2,0 см; шрифт 14 Times New Roman з одинарним інтервалом; розміри шрифту для формул - звичайний 14 пт, малий індекс 10 пт.

Формулювання запитань й умов задач писати обов'язково. Графіки, малюнки, ескізи рекомендовано виконувати за допомогою спеціальних комп'ютерних програм при цьому необхідно дотримуватись масштабу.

Виконана робота повинна бути своєчасно відправлена на перевірку до навчального закладу, а саме за три тижні до сесії, за 14 днів до початку сесії викладач має перевірити та надати студенту оцінку за контрольну роботу.

При виконанні контрольної роботи в електронному форматі, студент підписує її вказавши в назві своє прізвище, повний номер індивідуального навчального плану та назву дисципліни (*наприклад* Іванов 23-1043 Фізика). Виконану роботу за три тижні до сесії студент повинен прикріпити у GoogleКлас у завдання «Контрольні роботи».

Робота, виконана не за своїм варіантом або є результатом списування з підручника чи іншого джерела, до заліку не допускається. Така робота виконується повторно з врахуванням зауважень науково-педагогічного працівника.

Контрольна робота є обов'язковою до виконання і є допуском студента до складання іспиту (заліку). Максимальна кількість балів за виконану контрольну роботу складає 55 у I семестрі та 50 балів – II семестрі, при цьому оцінюється дотримання правил оформлення, відповідність одиниць

вимірювання міжнародній системі вимірів (СИ), повнота, правильність і точність розрахунків.

2. ОЦІНЮВАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Письмова контрольна робота у I семестрі	Письмова контрольна робота у II семестрі	Критерії оцінювання
55-39	50-46	В повному обсязі розкрито суть теоретичних питань, з вказівками на літературні джерела, наведені приклади практичного прояву або реалізації описаних явищ. Всі розрахункові задачі розв'язані з дотриманням однієї системи одиниць вимірювань, логічний і поетапний процес розв'язання із поясненнями. Сама контрольна робота виконана охайно від руки чи у текстовому редакторі Word із спеціальними вставками формул та графічних малюнків правильно відформатована та без зміщень.
39-30	45-30	Розкрито суть теоретичних питань, можливі несуттєві похибки при посиланні на літературні джерела. Всі розрахункові задачі розв'язані з дотриманням однієї системи одиниць вимірювань, можливі незначні помилки. Сама контрольна робота виконана охайно від руки чи у текстовому редакторі Word із спеціальними вставками формул та графічних малюнків правильно відформатована та без зміщень.
29-20	29-25	При відповіді на теоретичні питання не в повному обсязі розкритий зміст, можливі несуттєві похибки. Частково розв'язані розрахункові задачі з дотриманням однієї системи одиниць вимірювань. При оформленні контрольної роботи допущені незначні недоліки.
19-10	24-15	В повному обсязі розкрито суть теоретичних питань, з вказівками на літературні джерела, наведені приклади практичного прояву або реалізації описаних явищ, але не виконана розрахункова частина. Або не виконана теоретична частина, але розрахункові задачі розв'язані з дотриманням однієї системи одиниць вимірювань, логічний і поетапний процес розв'язання із поясненнями. При оформленні контрольна робота виконана без зауважень.
Нижче 10 балів	Нижче 15 балів	Контрольна робота виконана неправильно або не за варіантом і повертається студенту на доопрацювання.

3. ВИБІР ВАРІАНТУ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Таблиця для вибору номерів завдань (для I семестру)

		Остання цифра індивідуального навчального плану									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Передостання цифра індивідуального плану	1	1, 33 1,3,5	2, 34 2,4,6	3, 35 1,3,5	4, 36 2,4,6	5, 37 1,3,5	6, 38 2,4,6	7, 39 1,3,5	8, 40 2,4,6	9, 41 1,3,5	10, 42 2,4,6
	2	11,43 1,3,5	12,44 2,4,6	13,45 1,3,5	14,46 2,4,6	15,47 1,3,5	16,48 2,4,6	17,49 1,3,5	18,50 2,4,6	19,51 1,3,5	20,52 2,4,6
	3	21,53 1,3,5	22,54 2,4,6	23,55 1,3,5	24,56 2,4,6	25,57 1,3,5	26,57 2,4,6	27,58 1,3,5	28,59 2,4,6	29,60 1,3,5	30,61 2,4,6
	4	31,62 1,3,5	1,41 2,4,6	2,42 1,3,5	3,43 2,4,6	4,44 1,3,5	5,45 2,4,6	6,46 1,3,5	7,47 2,4,6	8,48 1,3,5	9,49 2,4,6
	5	10,50 1,3,5	11,51 2,4,6	12,52 1,3,5	13,53 2,4,6	14,54 1,3,5	15,55 2,4,6	16,56 1,3,5	17,57 2,4,6	18,58 1,3,5	19,60 2,4,6
	6	20,61 1,3,5	21,62 2,4,6	22,33 1,3,5	23,34 2,4,6	24,35 1,3,5	25,36 2,4,6	26,37 1,3,5	27,38 2,4,6	28,39 1,3,5	29,40 2,4,6
	7	30,50 1,3,5	31,51 2,4,6	32,52 1,3,5	1,54 2,4,6	2,55 1,3,5	3,56 2,4,6	4,57 1,3,5	5,58 2,4,6	6,59 1,3,5	7,60 2,4,6
	8	8,61 1,3,5	9,62 2,4,6	10,33 1,3,5	11,34 2,4,6	12,35 1,3,5	13,36 2,4,6	14,37 1,3,5	15,38 2,4,6	16,39 1,3,5	17,40 2,4,6
	9	18,41 1,3,5	19,42 2,4,6	20,43 1,3,5	21,44 2,4,6	22,43 1,3,5	23,44 2,4,6	24,46 1,3,5	25,47 2,4,6	26,48 1,3,5	27,49 2,4,6
	0	28,50 1,3,5	29,51 2,4,6	30,52 1,3,5	31,54 2,4,6	32,55 1,3,5	33,56 2,4,6	34,57 1,3,5	35,58 2,4,6	36,59 1,3,5	37,60 2,4,6

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №1 (I семестр)

Контрольна робота №1 виконується за результатами настановних занять I семестру. Перша контрольна робота складається з відповідей на 2 теоретичні питання та розв'язку 3 розрахункових задач. Варіант вибирається за двома останніми цифрами. Умова задач для всіх студентів однакова, змінюються лише вихідні дані, що обираються з таблиць за номером останньої цифри індивідуального навчального плану (далі варіант). Приклад розв'язку задач подані нижче методички.

Теоретичні питання

1. Кінематика поступального руху. Матеріальна точка. Система відліку.
2. Абсолютно тверде тіло. Операції з векторами.
3. Рівняння руху. Траєкторія. Довжина шляху. Переміщення. Швидкість середня і миттєва.
4. Прискорення середнє і миттєве. Тангенціальне, нормальне і повне прискорення.
5. Кінематика обертального руху. Кут повороту. Кутова швидкість.
6. Період і частота обертання. Кутове прискорення.
7. Зв'язок кутових і лінійних величин.
8. Динаміка поступального руху. Перший закон Ньютона. Інерціальні системи відліку. Маса і сила. Другий закон Ньютона.
9. Принцип незалежності дії сил. Третій закон Ньютона.
10. Імпульс. Закон збереження імпульсу. Центр мас механічної системи.
11. Динаміка обертального руху. Момент інерції. Теорема Штейнера. Момент сили.
12. Основне рівняння динаміки обертального руху.
13. Момент імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу. Момент імпульсу твердого тіла.
14. Кінетична енергія обертального руху. Умови статичної рівноваги.
15. Кінетична енергія поступального руху. Робота сили. Потужність.
16. Сила тертя. Коефіцієнт тертя.
17. Поняття силового поля. Консервативні та дисипативні сили.
18. Потенціальне поле сил. Потенціальна енергія. Повна механічна енергія. Закон збереження механічної енергії.
19. Гравітаційне поле. Закон всесвітнього тяжіння. Сила тяжіння і вага тіла. Потенціальна енергія в гравітаційному полі.
20. Деформації тіла. Типи деформацій.
21. Сила пружної деформації. Механічне напруження. Закон Гука.
22. Жорсткість пружного тіла. Потенціальна енергія пружно деформованого тіла.

23. Закони збереження при ударах. Центральний удар абсолютно пружних тіл.

24. Закони збереження при ударах. Центральний удар абсолютно непружних тіл.

25. Вільні коливання. Гармонічні коливання. Рівняння гармонічних коливань.

26. Амплітуда, циклічна частота, фаза, початкова фаза, період, частота. Графік гармонічних коливань.

27. Швидкість і прискорення матеріальної точки при гармонічних коливаннях.

28. Графіки координати, швидкості та прискорення. Повертаюча сила.

29. Диференціальне рівняння гармонічних коливань. Приклади гармонічних коливань: пружинний, математичний та фізичний маятники. Періоди коливань маятників.

30. Затухаючі коливання. Диференціальне рівняння затухаючих коливань та його розв'язок. Коефіцієнт затухання.

31. Графік коливань. Декремент та логарифмічний декремент затухання.

32. Вимушені коливання. Диференціальне рівняння коливань. Амплітуда вимушених коливань, її залежність від частоти (графік).

33. Амплітуда вимушених коливань, її залежність від частоти (графік). Явище резонансу.

34. Гідростатика. Тиск. Закон Паскаля.

35. Гідростатичний тиск. Закон Архімеда.

36. Ідеальна рідина. Лінії току. Трубка току.

37. Стаціонарна течія. Рівняння неперервності.

38. Стаціонарна течія ідеальної рідини. Рівняння Бернуллі.

39. Формула Торрічеллі.

40. В'язкість рідини. Сила внутрішнього тертя.

41. Ламінарна і турбулентна течія. Число Рейнольдса.

42. Формула Стокса. Формула Пуазейля.

43. Параметри стану термодинамічної системи. Обороти і необоротні процеси.

44. Ізопроееси та їх графіки.

45. Кількість речовини. Моль. Закон Авогадро. Стала Авогадро.

46. Закон Дальтона. Молярна маса і молярний об'єм. Нормальні умови.

47. Модель ідеального газу. Рівняння Клапейрона.

48. Рівняння стану ідеального газу (Менделєєва-Клапейрона).

49. Концентрація молекул газу. Стала Больцмана. Зв'язок тиску і концентрації молекул.

50. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії.

51. Середньо-квадратична швидкість. Середня кінетична енергія поступального руху молекули.
52. Розподіл молекул газу по швидкостях (розподіл Максвелла).
53. Найбільш імовірна, середня та середньо-квадратична швидкості. Середня кінетична енергія поступального руху молекули.
54. Розподіл молекул ідеального газу по висоті в полі сил тяжіння. Барометрична формула.
55. Розподіл часток по потенціальним енергіям (розподіл Больцмана).
56. Тепловий рух молекул газу. Середня довжина вільного пробігу.
57. Явища переносу в газі. Теплопровідність. Закон Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності.
58. Явища переносу в газах. Дифузія. Закон Фіка. Коефіцієнт дифузії.
59. Внутрішнє тертя. Закон Ньютона. В'язкість.
60. Реальні гази. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Ізотерми Ван-дер-Ваальса. Критична температура.
61. Рідини. Поверхнева енергія і поверхневий натяг.
62. Змочування. Крайовий кут. Капілярні явища.

Розрахункова частина

Задача 1.

Пожежний автомобіль слідуючи до місця пожежі проїхав S_1 км зі швидкістю v_1 м/с, потім S_2 км – за t_2 год. З якою середньою швидкістю рухався пожежний автомобіль на всьому шляху? (вихідні дані відповідно до варіанту беруться з таблицки).

Варіант	S_1 [км]	v_1 [м/с]	S_2 [км]	t_2 [год]
1	60	20	45	0,5
2	10	40	30	0,45
3	40	50	10	1
4	20	25	15	0,25
5	30	40	20	0,5
6	50	30	30	0,4
7	50	35	25	0,5
8	30	25	40	0,2
9	20	15	10	0,1
0	40	35	15	0,5

Задача 2.

З рятувального човна масою m_1 кг, що рухається зі швидкістю $v_{заг}$ м/с, стрибає рятувальник масою m_2 кг в горизонтальному напрямі зі швидкістю v_2 м/с. Якою буде швидкість човна після стрибка рятувальника, якщо він стрибає в сторону, протилежну рухові човна?(вихідні дані відповідно до варіанту беруться з таблички).

Варіант	m_1 [кг]	m_2 [м/с]	$v_{заг}$ [м/с]	v_2 [м/с]
1	400	100	1	8
2	800	90	2	9
3	700	80	3	10
4	900	90	3	11
5	600	100	2	7
6	600	80	2	6
7	800	95	3	9
8	700	85	2	10
9	500	90	2	9
0	400	85	4	8

Задача 3

Визначте: 1) густину ρ повітря в балоні; 2) концентрацію n його молекул; 3) середню довжину вільного пробігу $\langle l \rangle$ молекул, якщо судина відкачано до тиску p Па. Діаметр молекул повітря прийміть d нм, молярна маса – M кг/моль. Температура повітря T К. Стала Больцмана – $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К. Універсальна газова стала – $R = 8,31$ Дж/(К·моль).

Варіант	p [Па]	d [нм]	T [К]	M [кг/моль]
1	0,2	0,29	330	$27 \cdot 10^{-3}$
2	0,25	0,25	310	$31 \cdot 10^{-3}$
3	0,12	0,23	280	$29 \cdot 10^{-3}$
4	0,15	0,27	320	$28 \cdot 10^{-3}$
5	0,17	0,29	290	$30 \cdot 10^{-3}$
6	0,2	0,25	330	$29 \cdot 10^{-3}$
7	0,22	0,23	310	$28 \cdot 10^{-3}$
8	0,19	0,27	280	$27 \cdot 10^{-3}$
9	0,2	0,26	320	$26 \cdot 10^{-3}$
0	0,14	0,29	290	$31 \cdot 10^{-3}$

Задача 4.

На яку висоту можна підняти рідину (густиною ρ_v) з колодязя за допомогою пожежного насоса, який щільно прилягає до внутрішніх стінок довгої циліндричної трубки? На яку висоту підніметься рідина? ($P_{атм} = 760$ мм рт. ст.)

Варіант	$\rho_{\text{в}}$ кг/м ³
1	1200
2	820
3	920
4	700
5	800
6	1300
7	920
8	700
9	800
0	1000

Задача 5.

Пожежний автомобіль масою m кг рухається під гору з ухилом α і за час t хв розвиває швидкість V км / год. Коефіцієнт тертя f . Визначте середню потужність (N) пожежного автомобіля.

Варіант	m [кг]	α°	t [хв]	v [м/с]	f
1	9500	30	2	14	0,03
2	9000	45	1	16	0,02
3	10000	60	3	15	0,01
4	9500	30	1	18	0,02
5	10500	45	2	20	0,03
6	9000	60	3	22	0,01
7	10000	45	1	18	0,01
8	9500	30	3	14	0,02
9	10500	60	2	16	0,03
0	10000	45	1	20	0,02

Задача 6.

Спиральна пружина має жорсткість $k = 25 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$. Визначити, масу кульки m , яку необхідно підвісити до пружини, щоб за $t = 1$ хв здійснювалось 25 коливань.

Варіант	k [Н/м]	N [коливань]	t [хв]
1	36	30	2
2	42	45	2
3	50	60	3
4	25	30	1
5	48	45	2
6	54	60	3
7	46	45	1

8	25	30	3
9	50	60	2
0	32	45	1

Приклади розв'язування задач

Приклад 1.

Рятувальний човен слідуючи до острова проплив 30 км зі швидкістю 15 м/с, потім 40 км – за 1 год. З якою середньою швидкістю рухався човен на всьому шляху?

Дано:

$$S_1 = 30 \text{ км}$$

$$v_1 = 15 \text{ м/с}$$

$$S_2 = 40 \text{ км}$$

$$t_2 = 1 \text{ год}$$

$$v_{\text{сеп}} - ?$$

СІ:

$$S_1 = 3 \cdot 10^4 \text{ м}$$

$$v_1 = 15 \text{ м/с}$$

$$S_2 = 4 \cdot 10^4 \text{ м}$$

$$t_2 = 3,6 \cdot 10^3 \text{ с}$$

Розв'язання

За умовою задачі рух човна є нерівномірним, оскільки човен змінив свою швидкість. Позначимо пройдений шлях, швидкість і час руху на першій ділянці S_1 , v_1 , і t_1 , на другій - відповідно S_2 , v_2 , і t_2 . Згідно з цими позначеннями напишемо умову задачі.

$$v_{\text{сеп}} = \frac{S}{t} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2}$$

Аналізуючи умову задачі і формулу середньої швидкості, бачимо, що нам невідоме t_1 . Його знаходимо по відомим S_1 і v_1 :

$$t_1 = \frac{S_1}{v_1} = \frac{3 \cdot 10^4}{15} = 2 \cdot 10^3 [\text{с}]$$

і зробимо підстановку в формулу середньої швидкості

$$v_{\text{сеп}} = \frac{S_1 + S_2}{t_1 + t_2} = \frac{3 \cdot 10^4 + 4 \cdot 10^4}{3,6 \cdot 10^3 + 2 \cdot 10^3} = \frac{7 \cdot 10^4}{5,6 \cdot 10^3} = 12,5 \text{ [м/с]}$$

Відповідь: рятувальний човен рухався із середньою швидкістю 12,5 м/с.

Приклад 2.

З рятувального човна масою 500 кг, що рухається зі швидкістю 1 м/с, стрибає рятувальник масою 80 кг в горизонтальному напрямі зі швидкістю 7 м/с. Якою буде швидкість човна після стрибка рятувальника, якщо він стрибає в сторону, протилежну рухові човна?

Дано:

$$m_1 = 500 \text{ кг}$$

$$m_2 = 80 \text{ кг}$$

$$v_{\text{заг}} = 1 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 7 \text{ м/с}$$

$$v_1 = ?$$

Розв'язання

Закон збереження імпульсу:

$$(m_1 + m_2)\vec{v}_{\text{заг}} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

Спроектуємо рівняння (1) на вісь Ох

$$(m_1 + m_2)v_{\text{заг}} = m_1v_1 + m_2v_2$$

$$\text{Звідси: } m_1v_1 = (m_1 + m_2)v_{\text{заг}} + m_2v_2$$

$$v_1 = \frac{(m_1 + m_2)v_{\text{заг}} + m_2v_2}{m_1}$$

Обчислення:

$$[v_1] = \frac{\text{кг} \frac{\text{м}}{\text{с}} + \text{кг} \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\text{кг}} = \text{м/с},$$

$$v_1 = \frac{580 \cdot 1 + 80 \cdot 7}{500} = \frac{1140}{500} = 2,28 \text{ [м/с]}.$$

Відповідь: швидкість човна після стрибка рятувальника, складатиме 2,28 м/с.

Приклад 3.

Визначте: 1) щільність ρ повітря в балоні; 2) концентрацію n його молекул; 3) середню довжину вільного пробігу $\langle l \rangle$ молекул, якщо судина відкачано до тиску 0,13 Па. Діаметр молекул повітря прийміть 0,27 нм. Температура повітря 300 К. Стала Больцмана – $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К. Універсальна газова стала – $R = 8,31$ Дж/(К·моль).

Дано:

$$p = 0,13 \text{ Па}$$

$$d = 0,27 \text{ нм} = 2,7 \cdot 10^{-10} \text{ м}$$

$$T = 300 \text{ К}$$

$$M = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$$

$$1) \rho - ?$$

$$2) n - ?$$

$$3) \langle l \rangle - ?$$

Розв'язання

$$\rho = \frac{m}{V}, pV = \frac{m}{M}RT,$$

$$\rho = \frac{pM}{RT}, p = nkT,$$

$$n = \frac{p}{kT}, \langle l \rangle = \frac{1}{\sqrt{2} \pi d^2 n}$$

$$\rho = \frac{pM}{RT} = \frac{0,13 \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 300} = 1,51 \cdot 10^{-6} [\text{кг/м}^3]$$

$$n = \frac{p}{kT} = \frac{0,13}{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300} = 3,14 \cdot 10^{19} [\text{м}^{-3}]$$

$$\langle l \rangle = \frac{1}{\sqrt{2} \pi d^2 n} = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot 3,14 \cdot (2,7 \cdot 10^{-10})^2 \cdot 3,14 \cdot 10^{19}} = 0,1 [\text{м}]$$

Відповідь: 1) $p = 1,51 \cdot 10^{-6} \text{ кг/м}^3$; 2) $n = 3,14 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$; 3) $\langle l \rangle = 0,1 \text{ м}$.

Приклад 4.

На яку висоту можна підняти воду з колодязя за допомогою поршня, який щільно прилягає до внутрішніх стінок довгої циліндричної трубки? На яку висоту підніметься кипляча вода? ($P_{\text{атм}} = 760 \text{ мм рт. ст.}$)

Дано:

$$P_{\text{атм}} = 760 \text{ мм рт. ст.}$$

$$\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2$$

$$h_{\text{в}} - ?$$

СІ:

$$p_{\text{атм}} = 760 \cdot 133,3 \text{ Па} \\ = 10^5 \text{ Па}$$

Розв'язання

Під поршнем вакуум заповнюється рідиною, доки тиск стовпа води не врівноважить атмосферний тиск:

$$p_{\text{атм}} = \rho_{\text{в}} \cdot g h_{\text{в}}.$$

$$\text{Звідси } h_{\text{в}} = \frac{p_{\text{атм}}}{\rho_{\text{в}} g}.$$

$$h_{\text{в}} = \frac{10^5}{10^3 \cdot 9,8} \approx 10,2 [\text{м}].$$

Відповідь: $h_{\text{в}} = 10,2 \text{ м}$.

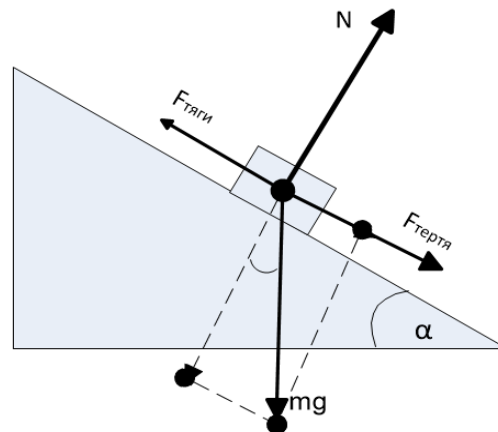
Приклад 5.

Пожежний поїзд масою $m = 600$ тонн рухається під гору з ухилом $\alpha = 30^\circ$ і за час $t = 1$ хв розвиває швидкість $v = 18$ км / год. Коефіцієнт тертя $f = 0,01$. Визначте середню потужність (N) локомотива.

Дано:
 $m = 600$ тонн
 $\alpha = 30^\circ$
 $t = 1$ хв.
 $v = 18$ км/год
 $f = 0,01$
 $\langle P \rangle$ - ?

СІ:
 $m = 6 \cdot 10^5$ кг
 $t = 60$ с
 $v = 5$ м/с

Розв'язання



1. Записуємо основну формулу знаходження значення потужності

$$\langle P \rangle = F_{\text{тяги}} \cdot \langle v \rangle \quad (1)$$

Приймаємо рух за рівномірний $\langle v \rangle = v$

2. Розписуємо значення всіх сил, що діють на поїзд та відповідно знаходимо силу тяги.

Відповідно 2-го закону Ньютона на потяг діють сума сил, що дорівнює добутку маси на прискорення ($\sum F = ma$)

$$F_{\text{тяги}} - F_{\text{тертя}} + N = m \cdot a \quad (2)$$

Оскільки сила реакції опори N направлена під кутом, то

$$N = m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

Сила тертя визначається як добуток коефіцієнта тертя помноженого на силу реакції опори N

$$F_{\text{тертя}} = f \cdot N = f \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

Прискорення знаходиться за формулою

$$a = \frac{v}{t}$$

Підставляємо отримані значення у (2) і визначаємо силу тяги

$$F_{\text{тяг}} - f \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha + m \cdot g \cdot \sin \alpha = m \cdot \frac{v}{t}$$

$$F_{\text{тяг}} = m \cdot \frac{v}{t} + m \cdot g \cdot \sin \alpha - f \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

$$F_{\text{тяг}} = 6 \cdot 10^5 \cdot \frac{5}{60} + 6 \cdot 10^5 \cdot 9,81 \cdot \sin 30^\circ - 0,01 \cdot 6 \cdot 10^5 \cdot 9,81 \cdot \cos 30^\circ$$

$$F_{\text{тяг}} = 5 \cdot 10^4 + 294,3 \cdot 10^4 - 5,1 \cdot 10^4 = 2,942 \cdot 10^6 \text{ [H]}$$

$$\langle P \rangle = F_{\text{тяг}} \cdot \langle v \rangle = 2,942 \cdot 10^6 \cdot 5 = 14,7 \cdot 10^6 \text{ [Вт/с]}$$

Відповідь: Потужність потяга складає $14,7 \cdot 10^6$ [Вт/с]

Приклад 6.

Спиральна пружина має жорсткість $k = 25 \text{ Н/м}$. Визначити, масу кульки m , яку необхідно підвісити до пружини, щоб за $t = 1 \text{ хв}$ здійснювалось 25 коливань.

Дано:

$$k = 25 \text{ Н/м};$$

$$t = 1 \text{ хв} = 60 \text{ с};$$

$$N = 25$$

$$m - ?$$

Розв'язання: Формула періоду коливань пружинного маятника

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}, \quad (1)$$

За визначенням: $T = \frac{t}{N}. \quad (2)$

Прирівнюючи праві частини (1) та (2), маємо

$$\frac{t}{N} = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Звідки

$$m = \frac{k \cdot t^2}{4\pi^2 N^2}.$$

$$m = \frac{25 \cdot 60^2}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 25^2} = 3,65 \text{ кг}.$$

Відповідь: маса кульки складає 3,65 кг.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №2 (II семестр)

Контрольна робота №2 виконується за результатами настановних занять II семестру. Друга контрольна робота складається з відповідей на 2 теоретичні питання та розв'язку 3 розрахункових задач. Умова задач для всіх студентів однакова, змінюються лише вихідні дані, що обираються з таблиць за номером останньої цифри індивідуального навчального плану (далі варіант). Приклад розв'язку задач поданий нижче.

Таблиця для вибору номерів завдань (для II семестру)

		Остання цифра індивідуального навчального плану									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Передостання цифра індивідуального	1	1, 39 1,3,5	2, 40 2,4,6	3, 41 1,3,5	4, 42 2,4,6	5, 43 1,3,5	6, 44 2,4,6	7, 45 1,3,5	8, 46 2,4,6	9, 47 1,3,5	10, 48 2,4,6
	2	11,49 1,3,5	12,50 2,4,6	13,51 1,3,5	14,52 2,4,6	15,53 1,3,5	16,54 2,4,6	17,55 1,3,5	18,56 2,4,6	19,57 1,3,5	20,58 2,4,6
	3	21,59 1,3,5	22,60 2,4,6	23,61 1,3,5	24,62 2,4,6	25,63 1,3,5	26,64 2,4,6	27,65 1,3,5	28,66 2,4,6	29,67 1,3,5	30,68 2,4,6
	4	31,69 1,3,5	32,70 2,4,6	33,71 1,3,5	34,72 2,4,6	35,73 1,3,5	36,74 2,4,6	37,75 1,3,5	38,76 2,4,6	39,75 1,3,5	40,76 2,4,6
	5	10,39 1,3,5	11,40 2,4,6	12,41 1,3,5	13,42 2,4,6	14,43 1,3,5	15,44 2,4,6	16,45 1,3,5	17,46 2,4,6	18,47 1,3,5	19,48 2,4,6
	6	20,49 1,3,5	21,50 2,4,6	22,51 1,3,5	23,52 2,4,6	24,53 1,3,5	25,54 2,4,6	26,55 1,3,5	27,56 2,4,6	28,57 1,3,5	29,58 2,4,6
	7	30,59 1,3,5	31,60 2,4,6	32,61 1,3,5	33,62 2,4,6	34,63 1,3,5	35,64 2,4,6	36,65 1,3,5	37,66 2,4,6	38,67 1,3,5	20,68 2,4,6
	8	21,69 1,3,5	22,70 2,4,6	23,71 1,3,5	24,72 2,4,6	25,73 1,3,5	26,74 2,4,6	27,75 1,3,5	28,76 2,4,6	29,38 1,3,5	30,39 2,4,6
	9	31,40 1,3,5	32,41 2,4,6	33,42 1,3,5	34,43 2,4,6	35,44 1,3,5	36,45 2,4,6	37,46 1,3,5	38,47 2,4,6	1,48 1,3,5	2,49 2,4,6
	0	3,50 1,3,5	4,51 2,4,6	5,52 1,3,5	6,54 2,4,6	7,55 1,3,5	8,56 2,4,6	9,57 1,3,5	10,58 2,4,6	11,59 1,3,5	12,60 2,4,6

Теоретичні питання

1. Електричні заряди. Закон збереження заряду. Закон Кулона.
2. Напруженість електричного поля. Силові лінії поля. Однорідне поле.
Поле точкового заряду
3. Принцип суперпозиції електростатичних полів.
4. Потік вектора напруженості. Теорема Гауса .
5. Робота сили електростатичного поля.
6. Потенціал. Зв'язок напруженості і потенціалу.
7. Провідники та діелектрики.
8. Електричне поле в діелектриках.

9. Електричний диполь. Дипольний момент. Поляризованість. Діелектрична сприйнятливість. Діелектрична проникність.
10. Вектор електричного зміщення. Лінії електричного зміщення.
11. Теорема Гауса для діелектриків.
12. Провідники в електричному полі.
13. Електрична ємність. Ємність кулі.
14. Конденсатори. Плоский конденсатор. Батареї конденсаторів. Енергія електричного поля.
15. Електричний струм. Сила струму. Густина струму.
16. Джерела струму. Електрорушійна сила. Електрична напруга.
17. Електричний опір та електропровідність.
18. Закон Ома для неоднорідної та для однорідної ділянки кола.
19. Закон Ома для повного кола. Закон Ома в диференціальній формі.
20. Залежність електричного опору від розмірів та температури провідника.
21. Закон Джоуля-Ленца у звичайній та диференціальній формі.
22. Магнітне поле.
23. Магнітний момент контуру зі струмом. Правило правого гвинта. Вектор магнітної індукції. Силкові лінії магнітного поля. Напруженість поля.
24. Закон Біо-Савара-Лапласа. Поле соленоїда.
25. Закон Ампера. Правило лівої руки.
26. Сила Лоренца. Рух заряджених часток у магнітному полі.
27. Магнітний потік.
28. Теорема Гауса для магнітного поля.
29. Робота переміщення провідника зі струмом у магнітному полі.
30. Електромагнітна індукція. Закон Фарадея.
31. Правило Ленца. Обертання замкненого контуру в магнітному полі.
32. Індуктивність контуру. Явище самоіндукції.
33. Індуктивність соленоїда. Енергія магнітного поля.
34. Магнітне поле в речовині.
35. Магнітні моменти електронів та атомів.
36. Намагніченість речовини. Магнітна сприйнятливість та магнітна проникність речовини.
37. Типи магнетиків. Магнітні властивості магнетиків.
38. Феромагнетики. Точка Кюрі.
39. Змінний струм. Індуктивний та ємнісний опори. Реактивний опір.
40. Повний опір кола. Зсув фаз між напругою і струмом. Векторна діаграма. Закон Ома для змінного струму.
41. Хвилі. Поздовжні і поперечні хвилі. Фаза коливань.
42. Довжина хвилі. Зв'язок довжини хвилі і частоти. Хвильова поверхня. Хвильовий фронт. Типи хвиль за формою фронту.

43. Рівняння плоскої хвилі. Фазова швидкість. Довжина хвилі. Хвильове число. Групова швидкість.
44. Електромагнітні хвилі. Швидкість електромагнітних хвиль.
45. Густина потоку енергії. Вектор Пойнтінга. Шкала електромагнітних хвиль.
46. Закони геометричної оптики.
47. Заломлення світла. Показник заломлення.
48. Інтерференція світла. Когерентні хвилі. Різниця фаз хвиль.
49. Оптична довжина ходу хвилі. Оптична різниця ходу хвиль. Умови максимумів і мінімумів.
50. Розрахунок інтерференційної картини від двох джерел.
51. Методи спостереження інтерференції. Інтерференція в тонких плівках.
52. Дифракція світла. Принцип Гюйгенса-Френеля.
53. Метод зон Френеля. Дифракційна решітка.
54. Фотометрія. Енергетичні та світлові величини.
55. Енергетичний потік. Сила світла. Енергетична світність. Освітленість поверхні.
56. Теплове випромінювання. Спектральна та інтегральна світність.
57. Спектральна поглинальна здатність. Абсолютно чорне тіло. Сіре тіло.
58. Закон Кірхгофа. Універсальна функція Кірхгофа.
59. Закон Стефана-Больцмана. Закон Віна.
60. Дослід Резерфорда. Планетарна модель атома та її протиріччя.
61. Постулати Бора.
62. Модель атома Бора. Радіуси електронних орбіт.
63. Енергетичні рівні електронів у атомі. Спектр випромінювання атома.
64. Квантові числа електронів у атомі.
65. Електронні стани та їх умовні позначення. Кількість електронних станів. Електронні оболонки і підоболонки.
66. Принцип Паулі. Розподіл електронів по оболонках і підоболонках.
67. Енергетичні зони твердих тіл. Типи твердих тіл.
68. Напівпровідники. Власна і домішкова провідність напівпровідників. p-n-перехід.
69. Склад і характеристики атомного ядра.
70. Нуклони. Ізотопи та ізобари. Дефект маси. Енергія зв'язку. Питома енергія зв'язку та її залежність від масового числа. Ядерні сили.
71. Радіоактивність. Типи радіоактивних випромінювань.
72. Закон радіоактивного розпаду. Період піврозпаду. Активність речовини. Поглинута доза опромінення.

73. Методи реєстрації радіоактивних випромінювань.
 74. Ядерні реакції. Реакція поділу.
 75. Ланцюгова реакція. Критична маса. Керована і некерована ланцюгова реакція.
 76. Принцип дії ядерного реактора. Термоядерна реакція.

Розрахункова частина

Задача 1.

Два заряди величиною $+Q_1$ мкКл і $-Q_2$ мкКл розташовані на відстані r м, k – коефіцієнт пропорційності ($k = 9 \cdot 10^9 \Phi / \text{м}$), ε – діелектрична проникність середовища ($\varepsilon = 1$). Визначити потенціал електричного поля в точці A , що знаходиться посередині між ними (вихідні дані відповідно до варіанту беруться з таблиці).

Варіант	Q_1 [мкКл]	Q_2 [мкКл]	r [м]
1	6	-2	0,45
2	1	-4	0,3
3	4	-2	0,7
4	2	-3	0,5
5	3	-4	0,8
6	5	-3	0,3
7	5	-3	0,6
8	3	-2	0,4
9	3	-1	0,6
0	4	-5	0,8

Задача 2.

Визначити число електронів, що проходять за t с через S мм² поперечного перерізу провідника з питомою густиною ρ Ом·м, довжиною l м при напрузі на його кінцях U В (вихідні дані відповідно до варіанту беруться з таблиці).

Варіант	t [с]	S [мм ²]	l [м]	U [В]	ρ [Ом·м]
1	1	2	5	4	$2,7 \cdot 10^{-8}$
2	2	2	10	5	$1,7 \cdot 10^{-8}$
3	1	2	7	8	$1,6 \cdot 10^{-8}$
4	2	1	8	7	$5,5 \cdot 10^{-8}$
5	2	1	9	10	$1,2 \cdot 10^{-8}$
6	2	1	6	7	$2,7 \cdot 10^{-8}$

7	1	2	8	5	$1,7 \cdot 10^{-8}$
8	1	2	10	6	$1,6 \cdot 10^{-8}$
9	2	1	5	10	$5,5 \cdot 10^{-8}$
0	2	1	15	5	$1,2 \cdot 10^{-8}$

Задача 3.

До батареї з ЕРС $\varepsilon = 3\text{В}$ під'єднаний резистор опором $R = 20\text{Ом}$. Спад напруги на резисторі $U = 2\text{В}$. Визначити струм короткого замикання батареї (вихідні дані відповідно до варіанту беруться з таблицки).

Варіант	$\varepsilon[\text{В}]$	$R[\text{Ом}]$	$U[\text{В}]$
1	5	25	4
2	6	20	5
3	7	30	6
4	8	25	7
5	9	20	8
6	8	15	7
7	7	20	5
8	6	25	3
9	5	15	3,5
0	10	30	5

Задача 4.

Розрахувати загальний опір з'єднання резисторів, якщо R_1 ; R_2 і R_3 (вихідні дані відповідно до варіанту беруться з таблицки).

Варіант	$R_1[\text{Ом}]$	$R_2[\text{Ом}]$	$R_3[\text{Ом}]$
1	5	10	4
2	6	7	5
3	7	5	8
4	8	6	7
5	9	10	10
6	8	8	7
7	7	7	5
8	6	5	6
9	5	6	10
0	10	7	5

Задача 5.

В однорідному магнітному полі з індукцією B Тл, рівномірно рухається провідник довжиною l см. По провіднику тече струм силою I А. Швидкість руху провідника v м/с і направлена перпендикулярно до вектора індукції магнітного поля.

Знайти: 1) роботу переміщення провідника за t с руху; 2) знайти силу, що діє на провідник; 3) потужність, яка витрачається полем на цей рух(вихідні дані відповідно до варіанту беруться з таблички).

Варіант	B [Тл]	l [м]	I [А]	v [м/с]	t [с]
1	0,8	3	4	4	20
2	0,6	4	5	5	15
3	0,7	5	8	3	30
4	0,8	6	7	6	25
5	0,9	2	10	4	10
6	0,8	4	7	5	20
7	0,7	3	5	3	25
8	0,6	5	6	6	30
9	0,5	6	10	4	15
0	0,4	3	5	5	25

Задача 6.

Визначити амплітудне значення сили струму I_m для кола змінного струму, що складається з послідовно з'єднаних резистора опором R Ом, котушки з індуктивністю L Гн і конденсатора ємністю C мкФ. Електричне коло включено в мережу напругою U В (вихідні дані відповідно до варіанту беруться з таблички).

Варіант	R [Ом]	L [Гн]	U [В]	C [мкФ]
1	30	0,4	220	$4,2 \cdot 10^{-5}$
2	25	0,8	210	$5,2 \cdot 10^{-5}$
3	24	0,6	230	$4,7 \cdot 10^{-5}$
4	29	0,5	220	$2,2 \cdot 10^{-5}$
5	40	0,7	210	$2,9 \cdot 10^{-5}$
6	35	0,9	230	$2,7 \cdot 10^{-5}$
7	32	0,3	220	$3,2 \cdot 10^{-5}$
8	20	0,8	210	$4,2 \cdot 10^{-5}$
9	27	0,6	230	$3,7 \cdot 10^{-5}$
0	36	0,7	220	$2,9 \cdot 10^{-5}$

Приклади розв'язку задач

Приклад 1.

Два заряди величиною $+2$ мкКл і -4 мкКл розташовані на відстані $0,6$ м. Визначити потенціал електричного поля в точці A , що знаходиться посередині між ними.

Дано:	СІ:	Розв'язок:
$Q_1 = +2 \text{ мкКл};$	$+2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$	Потенціал електричного поля, що створюється двома зарядами Q_1 і Q_2 в точці A , визначимо за принципом суперпозиції електричних полів:
$Q_2 = -4 \text{ мкКл};$	$-4 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$	$\varphi_A = \varphi_1 + \varphi_2 \quad (1)$
$\varepsilon = 1;$		де $\varphi_1 = k \frac{Q_1}{r_1}$ і $\varphi_2 = k \frac{Q_2}{r_2}$ – потенціали, що створюються точковими зарядами Q_1 і Q_2 в точці A .
$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Ф}}{\text{м}};$		
$r = 0,6 \text{ м}.$		
$\varphi_A = ?$		

Тому
$$\varphi_A = k \frac{Q_1}{r_1} + k \frac{Q_2}{r_2} = \frac{k}{r_1} (Q_1 + Q_2).$$

Оскільки точка A лежить по середині відстані r , то $r_1 = r_2 = \frac{1}{2}r$

$$\varphi_A = \frac{9 \cdot 10^9}{0,3} \cdot (2 \cdot 10^{-6} - 4 \cdot 10^{-6}) = -6 \cdot 10^4 [\text{В}].$$

Відповідь: потенціал електричного поля в точці A складає $-6 \cdot 10^4 \text{ В}$.

Приклад 2.

Визначити число електронів (величина елементарного заряду електрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$), що проходять за 1 с через 1 мм^2 поперечного перерізу залізного провідника з питомою густиною $2,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ довжиною 10 м при напрузі на його кінцях 6 В (вихідні дані відповідно до варіанту беруться з таблиць).

Дано:	СІ:	Розв'язок:
$\rho = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$		Сила струму в провіднику
$U = 6 \text{ В}$		$I = \frac{dQ}{dt}, \quad \text{де } Q = N \cdot e$
$l = 10 \text{ м}$		Із закон Ома
$S = 1 \text{ мм}^2$	$S = 10^{-6} \text{ м}^2$	$I = \frac{U}{R}$
$t = 1 \text{ с}$		$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$
$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$		
$N = ?$		

$$I = \frac{U \cdot S}{\rho \cdot l} = \frac{N \cdot e}{\Delta t}$$

$$N = \frac{U \cdot S \cdot \Delta t}{\rho \cdot l \cdot e} = \frac{6 \cdot 10^{-6} \cdot 1}{2,8 \cdot 10^{-8} \cdot 10 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,34 \cdot 10^{20}$$

Відповідь: число електронів складає $1,34 \cdot 10^{20}$.

Приклад 3.

До батареї з ЕРС $\varepsilon = 3\text{ В}$ під'єднаний резистор опором $R = 20\text{ Ом}$. Спад напруги на резисторі $U = 2\text{ В}$. Визначити струм короткого замикання батареї.

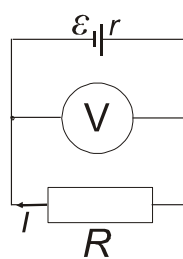
Дано:

$$\varepsilon = 3\text{ В}$$

$$R = 20\text{ Ом}$$

$$U = 2\text{ В}.$$

$$I_{\text{кз}} - ?$$



Розв'язок:

Зробимо пояснювальний рисунок.

Струм короткого замикання одержимо в тому випадку, коли зовнішній опір $R = 0$. Тобто

$$I_{\text{кз}} = \frac{\varepsilon}{r}, \quad (1)$$

де r – внутрішній опір джерела струму.

За законом Ома для повного кола струм, що тече в колі, визначається за формулою:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \quad (2)$$

За законом Ома сила струму у провіднику опором R , дорівнює

$$I = \frac{U}{R}. \quad (3)$$

Прирівнюючи (3) і (2), одержимо

$$\frac{U}{R} = \frac{\varepsilon}{R + r}.$$

Звідки

$$r = R \left(\frac{\varepsilon}{U} - 1 \right) \quad (4)$$

Підставимо (4) в (1):

$$I_{\text{кз}} = \frac{\varepsilon}{R \cdot \left(\frac{\varepsilon}{U} - 1 \right)}. \quad (5)$$

$$I_{\text{кз}} = \frac{3}{20 \cdot \left(\frac{3}{2} - 1 \right)} = 0,3\text{ А}$$

Відповідь: струм короткого замикання батареї складає $0,3\text{ А}$

Приклад 4.

Розрахувати загальний опір з'єднання резисторів, якщо $R_1 = 20 \text{ Ом}$; $R_2 = 4 \text{ Ом}$ і $R_3 = 6 \text{ Ом}$.

Дано:

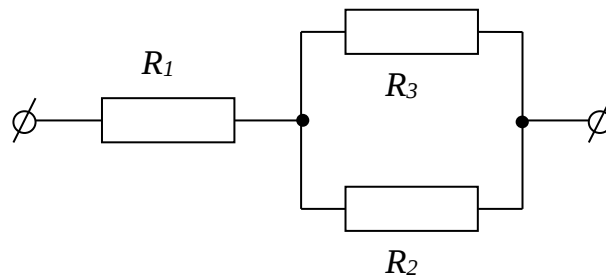
$$R_1 = 20 \text{ Ом};$$

$$R_2 = 4 \text{ Ом};$$

$$R_3 = 6 \text{ Ом}.$$

$$R_{\text{заг}} = ?$$

Розв'язування:



$$R_{2,3} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$

$$R_{\text{заг}} = R_1 + R_{2,3} = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}.$$

$$R_{\text{заг}} = 20 + \frac{4 \cdot 6}{4 + 6} = 20 + \frac{24}{10} = 22,4 \text{ [Ом]}$$

Відповідь: загальний опір з'єднання резисторів складає 22,4 Ом.

Приклад 5.

В однорідному магнітному полі з індукцією 0,5 Тл, рівномірно рухається провідник довжиною 10 см. По провіднику тече струм силою 2 А. Швидкість руху провідника 20 см/с і направлена перпендикулярно до вектора індукції магнітного поля.

Знайти: 1) роботу переміщення провідника за 10 с руху; 2) знайти силу, що діє на провідник; 3) потужність, яка витрачається полем на цей рух.

Дано:

$$B = 0,5 \text{ Тл}$$

$$l = 0,1 \text{ м}$$

$$I = 2 \text{ А}$$

$$v = 0,2 \text{ м/с}$$

$$\Delta t = 10 \text{ с}$$

$$A - ?$$

$$F - ?$$

$$P - ?$$

Розв'язок:

Роботу знайдемо за формулою:

$$A = I \cdot \Delta \Phi. \quad (1)$$

Зміна магнітного потоку знайдемо за формулою

$$\Delta \Phi = B \cdot \Delta S \cdot \cos \alpha \quad (2)$$

За умовою задачі $\alpha = 0$, тоді $\cos 0 = 1$.

$$\Delta S = l \cdot \Delta x, \quad \Delta x = v \cdot \Delta t.$$

$$\text{Тоді} \quad \Delta S = l \cdot v \cdot \Delta t. \quad (3)$$

$$(3) \rightarrow (2) \rightarrow (1):$$

$$A = I \cdot B \cdot l \cdot v \cdot \Delta t.$$

$$A = 2 \cdot 0,5 \cdot 0,1 \cdot 0,2 \cdot 10 = 0,2 \text{ Дж}.$$

2) Силу, що діє на провідник зі струмом в магнітному полі, визначимо за законом Ампера

$$F_A = B \cdot l \cdot I \cdot \sin \alpha$$

Кут між вектором магнітної індукції $\vec{B}$ і провідником зі струмом $\alpha = 90^\circ$; $\sin 90^\circ = 1$.

Тому сила Ампера $F_A = B \cdot l \cdot I$. $F_A = 0,5 \cdot 2 \cdot 0,1 = 0,1 \text{ Н}$.

3) Потужність – це робота, яка виконується за одиницю часу

$$P = \frac{A}{\Delta t} = I \cdot B \cdot l \cdot v$$

$$P = 2 \cdot 0,5 \cdot 0,1 \cdot 0,2 = 0,02 \text{ Вт} .$$

Відповідь: $A = 0,2 \text{ Дж}$; $F_A = 0,1 \text{ Н}$; $P = 0,02 \text{ Вт}$.

Задача 6. Визначити амплітудне значення сили струму I_m для кола змінного струму, що складається з послідовно з'єднаних резистора опором $R = 20 \text{ Ом}$, котушки з індуктивністю $L = 0,36 \text{ Гн}$ і конденсатора ємністю $C = 28 \text{ мкФ}$. Електричне коло включено в мережу напругою 220 В .

Дано:

$$R = 20 \text{ Ом};$$

$$C = 28 \text{ мкФ} = 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ Ф};$$

$$L = 0,36 \text{ Гн};$$

$$U_0 = 220 \text{ В};$$

$$\nu = 50 \text{ Гц}.$$

$$I_m - ?$$

Розв'язок:

Амплітудне значення сили струму визначимо за законом Ома для змінного струму:

$$I_m = \frac{U_m}{Z},$$

де $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}$ - повний опір кола змінному струмові.

Для промислової мережі $\nu = 50 \text{ Гц}$.

Циклічна частота $\omega = 2\pi\nu = 312 \text{ рад/с}$.

$$U_m = U_0 \sqrt{2}.$$

$$\text{Тоді } I_m = \frac{U_0 \sqrt{2}}{\sqrt{R^2 + (2\pi\nu L - \frac{1}{2\pi\nu C})^2}} \approx 6,5 \text{ А}.$$

Відповідь: амплітудне значення сили струму складає $6,5 \text{ А}$.

Додатки

Додаток 1. Грецький алфавіт

Букви	Назва	Букви	Назва	Букви	Назва
Aα	альфа	Iι	йота	Pρ	ро
Bβ	бета	Kκ	каппа	Σσ, ζ	Сигма сігма
Γγ	гамма	Λλ	лямбда	Tτ	тау
Δδ	дельта	Mμ	мю (мі)	Υυ	іпсилон
Eε	епсилон	Nν	ню (ні)	Φφ	фі
Zζ	дзета	Ξξ	ксі	Xχ	хі
Ηη	ета	Oο	омікрон	Ψψ	псі
Θθ	тета	Ππ	пі	Ωω	омега

Додаток 2. Фундаментальні фізико-хімічні сталі

Назва величини	Позначення	Рівняння	Значення величини
Швидкість світла у вакуумі	c	—	$2,99792458 \cdot 10^8$ м/с
Прискорення вільного падіння (стандартне значення)	g	—	$9,80665$ м/с ²
Гравітаційна стала	G	—	$6,6720 \cdot 10^{-11}$ Н м ² /кг ²
Магнітна стала	μ_0	—	$4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м = $1,2566370614 \cdot 10^{-6}$ Гн/м
Електрична стала	ϵ_0	—	$8,85418782 \cdot 10^{-12}$ Ф/м
Стала Планка	h	—	$6,626176 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
Елементарний електричний заряд	e	—	$1,6021892 \cdot 10^{-19}$ Кл
Маса спокою електрона	m_e	—	$9,109534 \cdot 10^{-31}$ кг = $5,4858026104$ а.о.м.
Маса спокою протона	m_p	—	$1,6726485 \cdot 10^{-27}$ кг = $1,007276470$ а.о.м.
Маса спокою нейтрона	m_n	—	$1,6749543 \cdot 10^{-27}$ кг = $1,008665012$ а.о.м.

Назва величини	Позначення	Рівняння	Значення величини
Атомна одиниця маси	а.о.м.	$m(^{12}\text{C})/12$	$1,6605655 \cdot 10^{-27}$ кг
Число Авогадро	N_A	—	$6,022045 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹
Стала Больцмана	k	—	$1,380662 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
Універсальна газова стала	R	kN_A	8,31441 Дж/(моль·К)
Молярний об'єм ідеального газу за нормальних умов ($T = 273,15$ К, $p = 101325$ Па)	V_H	RT/p	$22,41383 \cdot 10^3$ м ³ /моль
Стала Стефана – Больцмана	σ	$\frac{2\pi^5 k^4}{15h^3 c^2}$	$5,67032 \cdot 10^8$ Вт/(м ² К ⁴)
1 електронвольт	—	—	$1,6021892 \cdot 10^{-19}$ Дж
Абсолютний нуль температури	—	—	$-273,15$ °С
Атмосфера нормальна	—	—	101325 Па

Додаток 3. Одиниці вимірювання і розмірності фізичних величин (СІ)

3.1. Одиниці простору і часу

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Довжина	l	м	m	м
Час	t	с	s	с
Площа	S, A	м ²	m ²	м ²
Об'єм	V	м ³	m ³	м ³
Кутова швидкість	ω	рад/с	rad/s	с ⁻¹
Кутове прискорення	ε	рад/с ⁻²	rad/s ⁻²	с ⁻²
Швидкість	v	м/с	m/s	м/с
Прискорення	a	м/с ⁻²	m/s ⁻²	м/с ⁻²

3.2. Одиниці періодичних величин і пов'язаних з ними характеристик

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Частота	ν, n, f	Гц	Hz	с^{-1}
Кругова частота	ω	рад/с	rad/s	рад/с
Період	T	с	s	с
Довжина хвилі	λ	м	m	м
Хвильове число	σ	м^{-1}	м^{-1}	м^{-1}
Кругове хвильове число	k	рад/м	rad/m	рад/м
Коефіцієнт затухання	β	с^{-1}	с^{-1}	с^{-1}
Інтенсивність звуку	I	Вт/м ²	W/m ²	кг/с ³
Гучність	E	фон	phon	1

3.3. Механічні одиниці

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Маса	m	кг	kg	кг
Момент інерції	I, J	кг·м ²	kg·m ²	кг·м ²
Густина	ρ	кг/м ³	kg/m ³	кг/м ³
Питома вага	γ	Н/м ³	N/m ³	кг/(м ² ·с ²)
Питомий об'єм	ν	м ³ /кг	m ³ /kg	м ³ /кг
Імпульс	P	кг·м/с	kg·m/s	м·кг/с
Сила	F	Н	N	м·кг/с ²
Імпульс сили	I	Н·с	N·s	м·кг/с
Момент імпульсу	L	кг·м ² /с	kg·m ² /s	м ² ·кг/с
Момент сили, момент пари сил, обертаючий момент	M	Н·м	N·m	м ² ·кг/с ²
Імпульс моменту сили	H	Н·м·с	N·m·s	м ² ·кг/с

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Тиск	p	Па, Н/м ²	Pa, N/m ²	кг/(м·с ²)
Нормальне напруження	σ	Па, Н/м ²	Pa, N/m ²	кг/(м·с ²)
Дотичне напруження	τ	Па, Н/м ²	Pa, N/m ²	кг/(м·с ²)
Модуль лінійного розтягування(модуль Юнга)	E	Па, Н/м ²	Pa, N/m ²	кг/(м·с ²)
Модуль зсуву	G	Па, Н/м ²	Pa, N/m ²	кг/(м·с ²)
Енергія	E	Дж	J	м ² ·кг/с ²
Робота	A, W	Дж	J	м ² ·кг/с ²
Кінетична енергія	$E_{\text{кін}}, T$	Дж	J	м ² ·кг/с ²
Потенційна енергія	$E_{\text{пот}}, U$	Дж	J	м ² ·кг/с ²
Об'ємна густина енергії	w	Дж/м ³	J/m ³	кг/(м·с ²)
Потужність	P, N	Вт	W	м ² ·кг/с ³
Коефіцієнт корисної дії (ККД)	η	1	1	1
Коефіцієнт динамічної в'язкості (коефіцієнт внутрішнього тертя)	η	Па·с	Pa·s	кг/(м·с)
Коефіцієнт кінематичної в'язкості	ν	м ² /с	m ² /s	м ² /с
Коефіцієнт поверхневого натягу	σ	Н/м; Дж/м ²	N/m; J/m ²	кг/с ²

3.4. Одиниці молекулярної фізики

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Ат. н.	Z	1	1	1
Відносна ат. м.	A_r	1	1	1
Відносна мол. м.	M_r	1	1	1

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Молярна маса	M	кг/моль	kg/mol	кг/моль
Молярний об'єм	V_m	м ³ /моль	m ³ /mol	м ³ /моль
Об'ємна концентрація молекул або частинок	n	м ⁻³	m ⁻³	м ⁻³
Густина	ρ	кг/м ³	kg/m ³	кг/м ³
Коефіцієнт дифузії	D	м ² /с	m ² /s	м ² /с
Коефіцієнт внутрішнього тертя (коефіцієнт в'язкості)	η	Па·с	Pa·s	кг/(м·с)

3.5. Теплові одиниці

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Температура	T	К	К	К
Температура за Цельсієм	t, θ	°С	°C	°C
Температурний коефіцієнт лінійного розширення	α_l	К ⁻¹	К ⁻¹	К ⁻¹
Теплота, кількість теплоти	Q	Дж	J	м ² ·кг/с ²
Тепловий потік	Φ	Вт	W	м ² ·кг/с ³
Поверхнева густина теплового потоку	Q, φ	Вт/м ²	W/m ²	·кг/с ³
Коефіцієнт теплопровідності	κ	Вт/(м·К)	W/(m·K)	м·кг/(с ³ ·К)
Коефіцієнти тепловіддачі і теплопередачі	K	Вт/(м ² ·К)	W/(m ² ·K)	кг/(с ³ ·К)
Коефіцієнт температуропровідності	a	м ² /с	m ² /s	м ² /с
Термічний опір	R	К/Вт	K/W	К с ³ /(м ² ·кг)
Теплоємність	C	Дж/К	J/K	м ² ·кг/(с ² ·К)
Питома (масова) теплоємність	c	Дж/(кг·К)	J/(kg·K)	м ² /(с ² ·К)

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Молярна теплоємність	C_{μ}	Дж/(моль·К)	J/(mol·K)	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} / (\text{с}^2 \cdot \text{К} \cdot \text{моль})$
Енергія	E	Дж	J	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} / \text{с}^2$
Внутрішня енергія	U	Дж	J	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} / \text{с}^2$
Ентальпія	H	Дж	J	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} / \text{с}^2$
Вільна енергія Гельмгольца	F	Дж	J	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} / \text{с}^2$
Вільна енергія Гіббса	G	Дж	J	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} / \text{с}^2$

3.6. Електричні і магнітні одиниці

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Електричний заряд	q	Кл	C	$\text{А} \cdot \text{с}$
Лінійна густина заряду	τ	Кл/м	C/m	$\text{А} \cdot \text{с} / \text{м}$
Поверхнева густина заряду	σ	Кл/м ²	C/m ²	$\text{А} \cdot \text{с} / \text{м}^2$
Об'ємна густина заряду	ρ	Кл/м ³	C/m ³	$\text{А} \cdot \text{с} / \text{м}^3$
Напруженість електричного поля	E	В/м	V/m	$\text{м} \cdot \text{кг} / (\text{А} \cdot \text{с}^3)$
Електрична індукція	D	Кл/м ²	C/m ²	$\text{А} \cdot \text{с} / \text{м}^2$
Електрична стала	ϵ_0	Ф/м	F/m	$\text{А}^2 \cdot \text{с}^4 / (\text{м}^3 \cdot \text{кг})$
Абсолютна діелектрична проникність	ϵ_a, ϵ	Ф/м	F/m	$\text{А}^2 \cdot \text{с}^4 / (\text{м}^3 \cdot \text{кг})$
Відносна діелектрична проникність	ϵ, ϵ_r	1	1	1
Потік електричної індукції	Ψ	Кл	C	$\text{А} \cdot \text{с}$
Електричний потенціал	φ	В	V	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} / (\text{А} \cdot \text{с}^3)$
Напруга, різниця потенціалів	$U, \Delta\varphi$	В	V	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} / (\text{А} \cdot \text{с}^3)$
Електрорушійна сила (ЕРС)	ϵ	В	V	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} / (\text{А} \cdot \text{с}^3)$
Електроємність	C	Ф	F	$\text{А}^2 \cdot \text{с}^4 / (\text{м}^2 \cdot \text{кг})$

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Електричний дипольний момент	p	Кл·м	C·m	A·с·м
Вектор поляризації (поляризованість)	P	Кл/м ²	C/m ²	A·с/м ²
Діелектрична сприйнятливість	χ	1	1	1
Сила струму. Густина	I	А	А	А
Густина струму	J	А/м ²	A/m ²	A/м ²
Електричний опір	R	Ом	Ω	м ² ·кг/(А ² ·с ³)
Електрична провідність	σ	См	S	А ² ·с ³ /(м ² ·кг)
Питомий електричний опір	ρ	Ом·м	$\Omega \cdot m$	м ³ ·кг/(А ² ·с ³)
Питома електрична провідність	γ, σ	См/м	S/m	А ² ·с ³ /(м ³ ·кг)
Рухливість іонів	b	м ² /В·с	м ² /(V·s)	A·с ² /кг
Напруженість магнітного поля	H	А/м	A/m	A/м
Магнітна стала	μ_0	Гн/м	H/m	м·кг/(А ² ·с ²)
Абсолютна магнітна проникність	μ_a, μ	Гн/м	H/m	м·кг/(А ² ·с ²)
Відносна магнітна проникність	μ, μ_r	1	1	1
Магнітна індукція	B	Тл	T	кг/(А·с ²)
Магнітний потік	Φ	Вб	Wb	м ² ·кг/(А·с ²)
Магнітний момент	p_m	А·м ²	A·m ²	A·м ²
Вектор інтенсивності намагнічення (намагніченість)	M	А/м	A/m	A/м
Індуктивність і взаємна індуктивність	L	Гн	H	м ² ·кг/(А ² ·с ²)
Магнітна сприйнятливість	κ, χ	1	1	1
Магніторушійна сила	F	А	A	A
Магнітний опір	R_m	А/Вб	A/Wb	А ² ·с ² /(м ² ·кг)
Ємнісний опір	X_C	Ом	Ω	м ² ·кг/(А ² ·с ³)

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Індуктивний опір	X_L	Ом	Ω	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} / (\text{А}^2 \cdot \text{с}^3)$
Імпеданс, повний електричний опір	Z	Ом	Ω	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} / (\text{А}^2 \cdot \text{с}^3)$
Добротність	Q	1	1	1
Об'ємна густина енергії електромагнітного поля	w	Дж/м ³	J/m ³	кг/(м·с ²)
Вектор Пойнтинга	I, S	Вт/м ²	W/m ²	кг/с ³

3.7. Оптичні одиниці

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Сила світла	J	кд	cd	кд
Світловий потік	Φ	лм	lm	кд·ср
Освітленість	E	лк	lx	кд·ср·м ⁻²
Спектральна об'ємна густина енергії випромінювання (при даній довжині хвилі)	W_f	Дж/м ⁴	J/m ⁴	кг/(м ² ·с ²)
Потужність випромінювання, потік енергії випромінювання	P, Φ	Вт	W	м ² ·кг/с ³
Густина потоку енергії випромінювання	φ, ψ	Вт/м ²	W/m ²	кг/с ³
Енергетична світимість	Re	Вт/м ²	W/m ²	кг/с ³
Оптична густина	D	1	1	1
Натуральний (лінійний) показник послаблення	μ, μ_i	м ⁻¹	m ⁻¹	м ⁻¹
Коефіцієнт поглинання	α	м ⁻¹	m ⁻¹	м ⁻¹
Молярний показник поглинання	ε	м ² /моль	m ² /mol	м ² /моль
Абсолютний показник заломлення	n	1	1	1

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Відносний показник заломлення	n_{ij}	1	1	1
Фокусна відстань	f	м	m	м
Оптична сила лінзи	D	дптр	D	м ⁻¹
Кут повороту площини поляризації	α	рад	rad	рад

3.8. Одиниці атомної та ядерної фізики

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Атомний номер (ат. н.)	Z	1	1	1
Число нейтронів	N	1	1	1
Масове число, число нуклонів	A	1	1	1
Магнітний момент частинки або ядра	μ	А·м ²	А·m ²	А·м ²
Гіромагнітне відношення	γ	А·м ² /(Дж·с)	А·m ² /(J·s)	А·с/кг
g-Фактор атома або електрона	g	1		1
g-Фактор ядра чи ядерної частинки	g	1	1	1
Кутова частота Лармора	ω_L	рад/с	rad/s	рад/с
Кутова частота прецесії	ω_N	с ⁻¹	s ⁻¹	с ⁻¹
Циклотронна кутова частота	ω_C	рад/с	rad/s	рад/с
Орбітальне квантове число	l_i, L	1	1	1
Спінове квантове число	s_i, S	1	1	1
Спін	S	Дж·с	J·s	кг·м ² /с
Квантове число повного моменту імпульсу	j_i, J	1	1	1
Квантове число ядерного спіну	I	1	1	1
Головне квантове число	n	1	1	1

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Магнітне квантове число	m, M	1	1	1
Дефект маси	Δm	кг	kg	кг
Середній час життя (радіонукліда)	τ	с	s	с
Активність (радіонукліда в джерелі)	A	Бк	Bq	с^{-1}
Стала радіоактивного розпаду (радіонукліда)	λ	с^{-1}	s^{-1}	с^{-1}
Період напіврозпаду радіонукліда	$T_{1/2}$	с	s	с
Переріз взаємодії	σ	м^2	m^2	м^2
Лінійний коефіцієнт послаблення	μ, μ_1	м^{-1}	m^{-1}	м^{-1}
Масовий коефіцієнт послаблення	μ_m	$\text{м}^2/\text{кг}$	m^2/kg	$\text{м}^2/\text{кг}$
Молярний коефіцієнт послаблення	μ_c	$\text{м}^2/\text{моль}$	m^2/mol	$\text{м}^2/\text{моль}$
Атомний коефіцієнт послаблення	$\mu_a, \mu_{\text{ат}}$	м^2	m^2	м^2
Шар половинного послаблення	$d_{1/2}$	м	m	м
Середній лінійний пробіг частинки	R, R_l	м	m	м
Лінійна густина іонізації	$N_{\text{іл}}$	м^{-1}	m^{-1}	м^{-1}
Середня довжина вільного пробігу	l, λ	м	m	м
Експозиційна доза	$D_{\text{екс}}$	Кл/кг	C/kg	$\text{А} \cdot \text{с}/\text{кг}$
Потужність експозиційної дози	$P_{\text{екс}}$	Кл/(кг·с)	C/(kg·s)	A/кг
Поглинена доза	$D_{\text{пог}}$	Гр	Gy	$\text{м}^2/\text{с}^2$
Потужність поглиненої дози	$P_{\text{пог}}$	Гр/с	Gy/s	$\text{м}^2/\text{с}^3$
Еквівалентна доза	H	Зв	Sv	$\text{м}^2/\text{с}^2$
Потужність еквівалентної дози	H'	Зв/с	Sv/s	$\text{м}^2/\text{с}^3$

Додаток 4 . Позасистемні одиниці, їх зв'язок з одиницями СІ

Найменування величини	Одиниці вимірювання			
	найменування	позначення		співвідношення з одиницею СІ
		міжнар.		
укр.				
Довжина	мікрон	мк	μ	1 мк = 10 ⁻⁶ м
	ангстрем	Å	Å	1 Å = 10 ⁻¹⁰ м
Маса	тонна	т	t	1 т = 10 ³ кг
	центнер	ц	q	1 ц = 100 кг
	атомна одиниця маси	а.о.м.	u	1 а.о.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
Час	хвилина	хв	min	1 хв = 60 с
	година	год	h	1 год = 3600 с
	доба	доба	d	1 доба = 86 400 с
Об'єм	літр	л	L (l)	1 л = 10 ⁻³ м ³
Кут повороту	оберт	об	rev	1 об = 2π рад
Робота	ват-год	Вт-год	Wh	1 Вт-год = 3,6·10 ³ Дж
Енергія	електрон-вольт	eV	eV	1 eV = 1,60·10 ⁻¹⁹ Дж
Теплота	калорія	кал	cal	1 кал = 4,19 Дж
Потужність	кінська сила	к. с.	h. p.	1 к. с. = 735,5 Вт
Тиск	бар	бар	bar	1 бар = 10 ⁵ Па
	міліметр ртутного стовпчика	мм рт. ст.	mm Hg	1 мм рт.ст. = 133,3224 Па
	міліметр водяного стовпчика	мм вод. ст.	mm H ₂ O	1 мм вод. ст. = 9,81 Па
	стандартна атмосфера	атм	atm	1 атм = 1,01325·10 ⁵ Па
	кілограм-сила на квадратний сантиметр	кгс/см ²	kgf/cm ²	1 кгс/см ² = 9,81·10 ⁴ Па
	технічна атмосфера	ат	at	1 ат = 9,81·10 ⁴ Па

Найменування величини	Одиниці вимірювання			
	найменування	позначення		співвідношення з одиницею СІ
укр.		міжнар.		
Температура	градус Цельсія	°C	°C	1°C = 1 K
Напруження (механічне)	кілограм-сила на квадратний міліметр	кгс/мм ²	kgf/mm ²	1 кгс/мм ² = 9,81·10 ⁶ Па

Додаток 5. Похідні одиниці СІ, що мають власні найменування

Величина	Одиниця			Вираження похідної одиниці	
	найменування	позначення		через інші одиниці СІ	через основні та додаткові одиниці СІ
укр.		міжнар.			
Частота	герц	Гц	Hz	—	с ⁻¹
Рівень інтенсивності звуку, звукового тиску	бел, децибел	Б, дБ	В, dB	1	1
Сила, вага	ньютон	Н	N	м·кг·с ⁻²	м·кг·с ⁻²
Тиск, механічне напруження, модуль пружності	паскаль	Па	Pa	Н/м ²	м ⁻¹ ·кг·с ⁻²
Енергія, робота, кількість теплоти	джоуль	Дж	J	Н·м	м ² ·кг·с ⁻²
Потужність, потік енергії	ват	Вт	W	Дж/с	м ² ·кг·с ⁻³
Електричний заряд	кулон	Кл	C	А·с	А·с
Електрична напруга, електричний потенціал, електрорушійна сила	вольт	В	V	Вт/А	м ² ·кг·с ⁻³ ·А ⁻¹
Електрична ємність	фарада	Ф	F	Кл/В	м ⁻² ·кг ⁻¹ ·с ⁴ ·А ²
Електричний опір	ом	Ом	Ω	В/А	м ² ·кг·с ⁻³ ·А ⁻²
Електрична провідність	сіменс	См	S	Ом ⁻¹	м ⁻² ·кг ⁻¹ ·с ³ ·А ²

Величина	Одиниця			Вираження похідної одиниці	
	найменування	позначення		через інші одиниці СІ	через основні та додаткові одиниці СІ
укр.		міжнар.			
Магнітний потік, потік магнітної індукції	вебер	Вб	Wb	В·с	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-1}$
Магнітна індукція, густина магнітного потоку	тесла	Тл	T	Вб/м ²	$\text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-1}$
Індуктивність	генрі	Гн	H	Вб/А	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-2}$
Оптична сила	діоптрія	дптр	D	м ⁻¹	м ⁻¹
Світловий потік	люмен	лм	lm	кд·ср	кд·ср
Освітленість	люкс	лк	lx	лм/м ²	кд·ср·м ⁻²
Активність радіоактивного джерела	беккерель	Бк	Bq	с ⁻¹	с ⁻¹
Поглинена доза	грей	Гр	Gy	Дж/кг	м ² ·с ⁻²
Еквівалентна доза	зиверт	Зв	Sv	Дж/кг	м ² ·с ⁻²

Додаток 6. Температурні шкали. Співвідношення між одиницями (градусами) різних шкал

Одиниця	К	°С	°F	°Rank	°R
Кельвін, К	1	1	1,8	1,8	0,8
Градус Цельсія, °С	1	1	1,8	1,8	0,8
Градус Фаренгейта, °F	0,556	0,556	1	1	0,445
Градус Ренкіна, °Ra	0,556	0,556	1	1	0,445
Градус Реомюра, °R	1,25	1,25	2,25	2,25	1

Додаток 7. Властивості деяких твердих тіл

Речовина	Густина, кг/м ³	Температура плавлення, К	Питома теплоємність Дж/(кг·К)	Питома теплота плавлення, Дж/кг	Коефіцієнт теплового розширення, К ⁻¹
Алюміній	$2,7 \cdot 10^3$	932	$9,2 \cdot 10^2$	$3,8 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^{-5}$
Залізо	$7,8 \cdot 10^3$	1803	$4,6 \cdot 10^2$	$2,7 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^{-5}$

Речовина	Густина, кг/м ³	Температура плавлення, К	Питома теплоємність Дж/(кг·К)	Питома теплота плавлення, Дж/кг	Коефіцієнт теплового розширення, К ⁻¹
Цинк	7,1·10 ³	692	4,0·10 ²	1,18·10 ⁵	2,9·10 ⁻⁵
Мідь	8,9·10 ³	1356	3,8·10 ²	1,8·10 ⁵	1,7·10 ⁻⁵
Латунь	8,5·10 ³	1173	3,8·10 ²	—	1,9·10 ⁻⁵
Олово	7,3·10 ³	505	2,5·10 ²	5,8·10 ⁴	2,1·10 ⁻⁵
Свинець	1,14·10 ⁴	600	1,2·10 ²	2,5·10 ⁴	2,9·10 ⁻⁵
Срібло	1,05·10 ⁴	1233	2,5·10 ²	8,8·10 ⁴	1,9·10 ⁻⁵
Платина	2,15·10 ⁴	2043	1,25·10 ²	1,13·10 ⁵	9·10 ⁻⁶
Скло	2,5·10 ³	—	8,4·10 ²	—	9·10 ⁻⁶
Цегла	1,8·10 ³	—	7,5·10 ²	—	(3–9)·10 ⁻⁶
Лід	0,9·10 ³	273	2,09·10 ³	3,35·10 ⁵	5,1·10 ⁻⁵

Додаток 8. Пружні властивості деяких речовин

Речовина	Границя міцності, Н/м ²	Модуль Юнга, Н/м ²
Алюміній	1,1·10 ⁸	6,9·10 ¹⁰
Бетон	—	~2·10 ¹⁰
Залізо	2,94·10 ⁸	19,6·10 ¹⁰
Мідь	2,45·10 ⁸	11,8·10 ¹⁰
Свинець	0,2·10 ⁸	1,57·10 ¹⁰
Срібло	2,9·10 ⁸	7,4·10 ¹⁰
Сталь	7,85·10 ⁸	21,6·10 ¹⁰
Цегла	—	~2,8·10 ¹⁰

Додаток 9. Теплопровідність деяких речовин (Вт/м·К)

Алюміній	210	Сухий пісок	0,325
Залізо	58,7	Цегла силікатна	1,1
Мідь	390	Бетон із гравієм	1,5
Срібло	460	Шлакобетон	0,15 – 0,4
Деревина (сосна)	0,1	Ебоніт	0,174
Скло	0,8 – 1	Войлок	0,046

Додаток 10. Властивості деяких рідин при 20°C

Рідина	Густина , кг/м ³	Питома теплоємність, Дж/(кг·К)	Коефіцієнт поверхневого натягу, Н/м	Динамічна в'язкість, Па·с
Вода	1 000	4 190	0,072	0,001
Ацетон	792	—	0,024	0,00033

Спирт етиловий	790	2 510	0,022	0,0012
Гліцерин	1 200	2 430	0,059	1,5
Бензол	880	1 720	0,03	0,00065
Гас	800	2 140	0,024	–
Бензин	700	–	0,029	0,00065
Касторове масло	900	1 800	0,033	1,0
Ртуть	13 600	138	0,47	16

Додаток 11. Параметри критичного стану деяких речовин

Речовина	T_k , К	p_k , Па	ρ_k , кг/м ³
Водяна пара	647	$22 \cdot 10^6$	329
Азот	126	$3,4 \cdot 10^6$	311
Аргон	151	$4,87 \cdot 10^6$	531
Водень	33	$1,3 \cdot 10^6$	31
Вуглекислий газ	304	$7,4 \cdot 10^6$	464
Гелій	5,2	$0,23 \cdot 10^6$	69
Кисень	154	$5,07 \cdot 10^6$	430
Спирт етиловий	516	$6,4 \cdot 10^6$	–

Додаток 12. Діаметри молекул деяких газів, м.

Азот	$3,7 \cdot 10^{-10}$	Вуглекислий газ	$4,5 \cdot 10^{-10}$
Аргон	$3,6 \cdot 10^{-10}$	Гелій	$2,1 \cdot 10^{-10}$
Водень	$2,7 \cdot 10^{-10}$	Кисень	$3,5 \cdot 10^{-10}$

Додаток 13. Діелектрична проникність деяких речовин

Гас	2	Слюда	6
Парафін	2	Фарфор	6
Ебоніт	2,6	Скло	6 – 10
Кварц	2,7	Вода	81

Додаток 14. Електричні властивості матеріалів при 20°C

Матеріал	Питомий опір, $10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$	Темпер. коефіц. опору, К^{-1}	Матеріал	Питомий опір, $10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$	Темпер. коефіц. опору, К^{-1}
Алюміній	2,7	0,0038	Константан	48	0,00002

Мідь	1,72	0,0043	Нікелін	40	0,000017
Срібло	1,6	-	Ніхром	100	0,00026
Залізо	9,8	0,0062	Ртуть	94	0,0009
Сталь	12	0,006	Свинець	22	0,0042
Вольфрам	5,5	0,0051	Графіт	800	-

Додаток 15. Робота виходу A електронів з металу, еВ

Метал	A	Метал	A	Метал	A
Вольфрам	4,5	Магній	3,5	Срібло	4,5
Залізо	4,5	Мідь	4,5	Тантал	4,1
Золото	4,7	Молібден	4,2	Цинк	4,0
Калій	2,0	Нікель	5,0	Рубідій	2,13
Літій	2,4	Платина	5,3	Цезій	1,97

Додаток 16. Абсолютні показники заломлення видимого світла

Алмаз	2,42	Повітря	1,00029
Вода	1,33	Скло	1,5
Лід	1,31	Скипидар	1,47
Кварц	1,54	Сірковуглець	1,63

Додаток 17. Періоди піврозпаду деяких ізотопів

C^{14}	5 730 років	Ra^{226}	1 620 років
Co^{58}	71 доба	Th^{232}	$1,41 \cdot 10^{10}$ років
Sr^{90}	28 років	U^{238}	$4,5 \cdot 10^9$ років
Po^{210}	140 діб	U^{239}	23,5 хвилини
Rn^{222}	3,82 доби	Pu^{239}	24 390 років

Додаток 18. Атомні маси деяких атомних ядер, а.о.м.

H ¹	1,007825	Si ³¹	30,975350
H ²	2,014108	P ³¹	30,973762
H ³	3,016028	Ca ⁴⁴	43,95549
He ³	3,016045	Ti ⁵⁰	49,944736
He ⁴	4,002596	Ti ⁵¹	50,949858
Li ⁶	6,015110	Ra ²²⁶	226,025279
Li ⁷	7,016046	Th ²³²	232,038112
Be ⁷	7,016925	U ²³⁸	238,050637
B ¹¹	11,009304	U ²³⁹	239,054149
C ¹⁴	14,003217	Pu ²³⁹	239,052037
N ¹⁴	14,00307	електрон	0,000545

Рекомендовані інформаційні джерела:

1. Виноградов А.Г. Загальна фізика. Черкаси, ЧПБ, 2005.
2. Бушок Г.Ф. та ін. Курс фізики, кн. 1 – 3 . К.: Вища школа, 2002.
3. Кучерук І.М. та ін. Загальний курс фізики, тт. 1 – 3. К.: Техніка, 1999.
4. Богацька І.Г., Головка Д.Б. та ін. Загальні основи фізики, кн. 1 – 2 . К.: Либідь, 1998.
5. Лопатинський І.Є., Зачек І.Р. та ін. Курс фізики. Львів: Афіша, 2003.
6. Булавін Л. А., Гиря Т. В., Дерюга І. О. та ін. Фізика: завдання та тести (частини І-ІІ) Посібник-довідник для вступників до вищих навчальних закладів із спеціальності «Фізика».К.: Генеза, 2008.
7. Федоров В. Є., Подолян А. О. Вибрані питання теоретичної фізики: навчальний посібник. – ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2014, 208с.
8. В.В. Куліш, А.М. Соловйов, О.Я. Куліш, В.М. Кулішенко. Фізика (навчальний посібник). Частина 1. – К.: ПП «Гарант Сервіс», 2004. – 449с.
9. А.М. Король, М.В. Андріяшик. Фізика. – К.: «ІНКОС», 2006. –442с.
10. І.Є. Лопатинський, І.Р. Зачек, Г.А. Ільчук, Б.М. Романишин. Фізика. Підручник. – Львів: “Афіша”, 2005. – 394 с.
11. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики.: Навчальний посібник – Т. 2. Електрика і магнетизм. – К.: Техніка, 2003. – 452 с.
12. Шаповаленко О.Г., Бондар В.М. Основи електричних вимірювань - К.: Либідь, 2002. – 319 с.