МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД

«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ ТА ФІЗИКИ

Методичні рекомендації

з дисципліни «Фізика»

до самостійної роботи (довідкові матеріали)

студентів денної та заочної форм навчання

технічних спеціальностей

Покровськ-2018

УДК 53

М 54

Методичні рекомендації з дисципліни «Фізика» до самостійної роботи (довідкові матеріали) студентів денної та заочної форм навчання технічних спеціальностей/ [укл. Ю.А. Артеменко, М.М. Власенко, О.М. Любименко]. – Покровськ: ДонНТУ, 2018. – 43 с.

У методичних вказівках наведені основні сталі та величини, досліджуваних у курсі загальної фізики. Наведено довідкові дані для розв’язування основних типів задач і завдань, які розраховуються на практичних заняттях.

Методичні вказівки можуть бути використані студентами денної та заочної форми навчання технічних спеціальностей.

Укладачі: Артеменко Ю.А., доц., к.т.н., доц.каф.ВМФ

Власенко М.М, доц., к.т..н., доц.каф.ВМФ

Любименко О.М., доц., к.ф.-м.н., доц.каф.ЕЛІН

Рецензент: Гоголева Н.Ф., доц., к.ф.-м.н., доц.кафедри.ВМФ

Відповідальний за випуск : Медведєва М.І., доц., к.ф.-м.н., доц.,завідуючий кафедрою ВМФ

Затверджено навчально-методичним відділом ДонНТУ, протокол № \_ від\_\_\_ \_\_\_

Розглянуто на засіданні кафедри вищої математики та фізики, протокол

№ 4 від 21.11.2018 р.

©Донецький національний

технічний університет, 2018

ЗМІСТ

[ВСТУП 5](#_Toc535488287)

[1 ДОВІДКОВІ МАТЕРІАЛИ 6](#_Toc535488288)

[1.1.1 ГРЕЦЬКА АБЕТКА 6](#_Toc535488289)

[1.1.2 ЛАТИНСЬКА АБЕТКА 6](#_Toc535488290)

[1.2 ОДИНИЦІ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН СІ, ЩО МАЮТЬ ВЛАСНІ НАЗВИ 7](#_Toc535488291)

[1.3 ПОЗАСИСТЕМНІ ОДИНИЦІ, ДОПУЩЕНІ ДО ЗАСТОСУВАННЯ НАРІВНІ З ОДИНИЦЯМИ СІ 8](#_Toc535488292)

[1.4 МНОЖНИКИ І ПРИСТАВКИ ДЛЯ УТВОРЕННЯ ДЕСЯТИЧНИХ КРАТНИХ І ЧАСТКОВИХ ОДИНИЦЬ ТА ЇХ НАЙМЕНУВАНЬ 9](#_Toc535488293)

[1.5 СПІВВІДНОШЕННЯ МІЖ ПОЗАСИСТЕМНИМИ ОДИНИЦЯМИ І ОДИНИЦЯМИ СІ 9](#_Toc535488294)

[1.6 ОСНОВНІ ФІЗИЧНІ КОНСТАНТИ 10](#_Toc535488295)

[1.7 ДЕЯКІ ЧИСЛА, ЩО ЧАСТО ЗУСТРІЧАЮТЬСЯ 11](#_Toc535488296)

[1.8 КОЕФІЦІЄНТИ СТЬЮДЕНТА 12](#_Toc535488297)

[1.9 ГУСТИНА І МОДУЛЬ ПРУЖНОСТІ ТВЕРДИХ ТІЛ 12](#_Toc535488298)

[1.10 ТЕПЛОВІ ВЛАСТИВОСТІ ТВЕРДИХ ТІЛ 13](#_Toc535488299)

[1.11 ВЛАСТИВОСТІ РІДИН ПРИ 20C 13](#_Toc535488300)

[1.12 ВЛАСТИВОСТІ ГАЗІВ ПРИ 20⁰С 14](#_Toc535488301)

[1.13 ШВИДКІСТЬ ЗВУКУ ПРИ 20⁰С 14](#_Toc535488302)

[1.14 ЗАЛЕЖНІСТЬ ШВИДКОСТІ ЗВУКУ В СУХОМУ ПОВІТРІ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ ПРИ НОРМАЛЬНОМУ АТМОСФЕРНОМУ ТИСКУ 14](#_Toc535488303)

[1.15 ЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РЕЧОВИН 14](#_Toc535488304)

[1.16 ПИТОМИЙ ЕЛЕКТРИЧНИЙ ОПІР Ρ0 І ТЕМПЕРАТУРНИЙ КОЕФІЦІЄНТ ОПОРУ Α ДЕЯКИХ ПРОВІДНИКІВ ПРИ 0⁰С 15](#_Toc535488305)

[1.17 ЗВ'ЯЗОК МІЖ МАГНІТНОЮ ІНДУКЦІЄЮ **В** І НАПРУЖЕНІСТЮ **Н** МАГНІТНОГО ПОЛЯ У ФЕРОМАГНЕТИКАХ 16](#_Toc535488306)

[1.8 ПОКАЗНИКИ ЗАЛОМЛЕННЯ 16](#_Toc535488307)

[1.19 ІНТЕРВАЛИ ДОВЖИН ХВИЛЬ І ЧАСТОТ І ВІДПОВІДНІ ЇМ КОЛЬОРИ ВИДИМОЇ ЧАСТИНИ СПЕКТРУ\* 17](#_Toc535488308)

[1.20 ОСНОВНІ ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАЙВАЖЛИВІШИХ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ 17](#_Toc535488309)

[1.21 РОБОТА ВИХОДУ ДЛЯ ХІМІЧНО ЧИСТИХ ЕЛЕМЕНТІВ І ЕЛЕМЕНТІВ, ВКРИТИХ ШАРОМ АДСОРБАТА 18](#_Toc535488310)

[1.22 ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕЯКИХ ІЗОТОПІВ 19](#_Toc535488311)

[1.25 ФОРМУЛИ ДЛЯ НАБЛИЖЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ 24](#_Toc535488312)

[1.26 ОСНОВНІ ТРИГОНОМЕТРИЧНІ ФОРМУЛИ 24](#_Toc535488313)

[1.27 ТАБЛИЦЯ ПОХІДНИХ 25](#_Toc535488314)

[1.28 ДЕЯКІ ВІДОМОСТІ ПРО ВЕКТОРИ 25](#_Toc535488315)

[2. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ 28](#_Toc535488316)

[3. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЯКІ ВКЛЮЧЕНІ В ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ БІЛЕТИ 31](#_Toc535488317)

[4. ПРИКЛАДИ РІШЕННЯ ЗАДАЧ 34](#_Toc535488318)

[СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 43](#_Toc535488319)

# ВСТУП

Рішення багатьох фізичних та технічних задач неможливо без використання довідкових даних, тому вміння працювати з довідником є обов'язковим для фахівців усіх технічних спеціальностей.

Фізика формує науковий світогляд людини. Розвиваючись, вона видозмінює, доповнює, поглиблює уявлення про природу речей і причинні зв’язки на-вколишнього світу. З часом її теоретичні концепції набувають загально філо-софського значення. Таким чином, інженер будь-якого профілю повинен воло-діти фізикою в такій мірі, щоб бути в змозі застосовувати її досягнення у своїй виробничій діяльності.

.

# [1 Довідкові матеріали](#_Toc528059464)

Для позначення фізичних величин у фізиці використовують грецькі та латинські літери, тому знання грецької і латинської абеток полегшить розуміння тексту з фізики.

# грецькА АБЕТКА

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Грецька літера | Назва англійською | Назва українською |
| Α, α | alpha | альфа |
| Β, β | beta | бета |
| Γ, γ | gamma | гамма |
| Δ, δ | delta | дельта |
| Ε, ε | epsilon | епсілон |
| Ζ, ζ | zeta | дзета |
| Η, η | eta | ета |
| Θ, θ | theta | тета |
| Ι, ι | iota | йота |
| Κ, κ | kappa | каппа |
| Λ, λ | lambda | ламбда |
| Μ, μ | mu | мю |
| Ν, ν | nu | ню |
| Ξ, ξ | xi | ксі |
| Ο, ο | omicron | омікрон |
| Π, π | pi | пі |
| Ρ, ρ | rho | ро |
| Σ, σ | sigma | сігма |
| Τ, τ | tau | тау |
| Υ, υ | upsilon | іпсілон |
| Φ, φ | phi | фі |
| Χ, χ | chi | хі |
| Ψ, ψ | psi | псі |
| Ω, ω | omega | омега |

# 1.1.2 латинськА АБЕТКА

Сучасна латинська абетка, що є основою писемності німецьких, романських и багатьох других мов, складається з 26 літер. Літери в різних мовах називаються по-різному. У таблиці приведені українські та «українські математичні» назви, які слідують «французькій» традиції.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Латинська літера | | Назва літери | Латинська літера | | Назва літери |
|  | курсив |  |  | курсив |  |
| A, a | *A, a* | a | N, n | *N, n* | ен |
| B, b | *B, b* | бе | O, o | *O, o* | о |
| C, c | *C, c* | це | P, p | *P, p* | пе |
| D, d | *D, d* | де | Q, q | *Q, q* | ку, кю |
| E, e | *E, e* | е | R, r | *R, r* | ер |
| F, f | *F, f* | еф | S, s | *S, s* | ес |
| G, g | *G, g* | ґе, же | T, t | *T, t* | те |
| H, h | *H, h* | га, аш | U, u | *U, u* | у |
| I, i | *I, i* | і | V, v | *V, v, v* | ве |
| J, j | *J, j* | йот, жи | W, w | *W, w, w* | дубль-ве |
| K, k | *K, k* | ка | X, x | *X, x* | ікс |
| L, l | *L, l* | ель | Y, y | *Y, y* | ігрек |
| M, m | *M, m* | ем | Z, z | *Z, z* | зет, зета |

# 1.2 Одиниці фізичних величин СІ, що мають власні назви

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Величина |  | Одиниця |  |  |
| Найменування | Позначення  (українське) | Позначення  (міжнародне) |  |
|  |  |
|  |  |  |
| Довжина | метр | м | m |  |
| Маса | кілограм | кг | kg |  |
| Час | секунда | с | s |  |
| Плоский кут | радіан | рад | rad |  |
| Тілесний кут | стерадіан | ср | sr |  |
| Сила, вага | ньютон | Н | N |  |
| Робота, енергія | джоуль | Дж | J |  |
| Потужність | ват | Вт | W |  |
| Тиск | паскаль | Па | Pa |  |
| Напруження (механічне) | паскаль | Па | Pa |  |
| Модуль пружності | паскаль | Па | Pa |  |
| Частота коливань | герц | Гц | Hz |  |
| Термодинамічна | кельвін | К | K |  |
| температура |  |
| Теплота (Кількість теплоти) | джоуль | Дж | J |  |
| Кількість речовини | моль | моль | mol |  |
| Електричний заряд | кулон | Кл | C |  |
| Сила струму | ампер | А | A |  |
| Потенціал електричного поля | вольт | В | V |  |
| Напруга (електрична) | вольт | В | V |  |
| Електрична ємність | фарад | Ф | F |  |
| Електричний опір | ом | Ом | Ω |  |
| Електрична провідність | сіменс | См | S |  |
| Магнітна індукція | тесла | Тл | T |  |
| Магнітний потік | вебер | Вб | Wb |  |
| Індуктивність | генрі | Гн | H |  |
| Сила світла | кандела | кд | cd |  |
| Світловий потік | люмен | лм | lm |  |
| Освітленість | люкс | лк | lx |  |
| Потік випромінювання | ват | Вт | W |  |
| Доза випромінювання (поглинена доза) | грей | гр | Gy |  |
|  |
| Активність ізотопу | бекерель | Бк | Bq |  |

# 1.3 Позасистемні одиниці, допущені до застосування нарівні з одиницями СІ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Величина | Найменування | Позначення | Співвідношення з |
| одиницею СІ |
| Маса | тонна | т | 1000 кг |
| грам | г | 0,001 кг |
| Об’єм, місткість | літр | л | 0,001 м3 |
| Відносна величина | одиниця (число 1)  відсоток | -  % | 1  10-2 |
| Логарифмічна  величина | бел  децибел | Б  дБ | -  - |
| Температура | градус Цельсія | °С, 1°С=1К | 1°С=1К |

# 

# 1.4 Множники і приставки для утворення десятичних кратних і часткових одиниць та їх найменувань

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Множник | Префікс | | Приклад | |  | |
|  |
| Найменування | Позначення |  |
|  |
|  |
|  |
| 1015 | пета | П | петагерц | ПГц |  |
| 1012 | тера | Т | тераджоуль | ТДж |  |
| 109 | гіга | Г | гіганьютон | ГН |  |
| 106 | мега | М | мегаом | МОм |  |
| 103 | кіло | к | кілометр | км |  |
| 102 | гекто | г | гектоватт | гВт |  |
| 101 | дека | да | декалітр | дал |  |
| 10-1 | деци | д | дециметр | дм |  |
| 10-2 | санти | с | сантиметр | см |  |
| 10-3 | мілі | м | міліампер | мА |  |
| 10-6 | мікро | мк | мікровольт | мкВ |  |
| 10-9 | нано | н | наносекунд | нс |  |
| 10-12 | піко | п | пикофарад | пФ |  |
| 10-15 | фемто | ф | фемтометр | фм |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1.5 Співвідношення між позасистемними одиницями і одиницями СІ | | | | |  |
|  | | | | | |  |
| Одиниці фізичних величин | | | | |  |  |
| Довжина | | 1 ангстрем = 10-10м | | |  |  |
| Час | | 1доба = 86400 с  1рік = 365,25 доби = 3,16⋅107с | | |  |  |
|  |  |
| Плоский кут | | 1° = π/180 рад = 1,75⋅10-2 рад  1'= (π/180)/60 рад = 2,91⋅10-4 рад  1''= (π/180)/3600 рад = 4,85⋅10-6 рад | | |  |  |
|  |  |
|  |  |
| Об’єм, місткість | | 1л = 1 дм3= 10-3 м3 | | |  |  |
| Маса | | 1 т = 103 кг  1 г = 10-3 кг  1 а.о.м. = 1,66⋅10-27 кг | | |  |  |
|  |  |
|  |  |
| Сила | | 1 кгс = 9,81 Н | | |  |  |
| Робота, енергія | | 1кВт⋅г = 3,6⋅106 Дж  1 эВ = 1,6⋅10−19 Дж | | |  |  |
|  |  |
| Потужність | | 1 к.с. = 736 Вт |  |  |  |  |
| Тиск | | 1 кгс/см2 =1 атм (техн) = 9,81⋅104 Па 1мм рт. ст. = 133,3 Па | | |  |  |
|  |  |
| Теплота | | 1кал = 4,19 Дж | | |  |  |
| Магнітна індукція | | 1 Гс (гаус) = 10-4 Тл | | |  |  |
| Напруженість магнітного поля | | 1 Е (ерстед) = 79,6 А/ м | | |  |  |

# 1.6 Основні фізичні константи

|  |  |
| --- | --- |
| Нормальне прискорення вільного падіння  Гравітаційна стала  Універсальна газова стала  Молярний об’єм ідеального газу за нормальних розумів (Т *=* 273,15 К, р = 101325 Па)  Число Авогадро  Число Лошмідта  Стала Больцмана  Число Фарадея  Швидкість світла у вакуумі  Магнітна стала (абсолютна магнітна проникність)  Електрична стала(абсолютна діелектрична проникність)  Атомна одиниця маси  Елементарний заряд  Маса спокою електрона  з атомних одиницях маси  Енергія спокою електрона  Питомий заряд електрона  Класичний радіус електрона  Маса спокою протона  в атомних одиницях маси  Енергія спокою протона  Питомий заряд протона  Відношення маси протона до маси електрона  Маса спокою нейтрона  в атомних одиницях маси  Енергія спокою нейтрона  Відношення маси нейтрона до маси електрона  Відношення маси нейтрона до маси протона  Стала Планка  Стала Стефана-Больцмана  Стала в законі зсуву Віна  Стала Рідберга  Комптонівська довжина хвилі: електрона  протона  нейтрона  Радіус першої борівської орбіти  Магнетон Бору  Ядерний магнетон | g = 9,81 м/с2  G = 6,67259‧10-11 Н‧м2/кг2  R = 8,314510 Дж/(K‧моль)  V0 = RT/р = 22,414102‧10-3 м3/моль  NA= 6,0221367‧1023 моль-1  n0 = NA/V0 = 2,686763‧1025 м-3  k *=*R/NA = 1,380658‧10-23 Дж/К  F = 96485,309 Кл/моль  c = 299792458 м/с  µ0 = 4π‧10-7=12,566370‧10-7 Гн/м  ε0= 8,854188‧10-12 Ф/м  1 а.о.м. = 1,660540‧10-27 кг  е = 1,602177‧10-19 Кл  me *=* 9,109389‧10-31 кг  me = 5,485799‧10-4 а.о.м.  meс2 = 0,510999 МеВ  *-*е*/*me = -1,758819‧1011 Кл/кг  rе = 2,817941‧10-15 м  mр *=* 1,672623‧10-27 кг  mр = 1,007726 а.о.м.  mрс2 = 938,27231 МеВ  e/mр = 9,578831‧107 Кл/кг  mр/me = 1836,152701  mn *=* 1,674929‧10-27 кг  mn = 1,008665 а.о.м.  mnс2 = 939,56563 МеВ  mn/me = 1838,683662  mn/mр = 1,001378  h = 6,626075‧10-34 Дж‧с  ђ =h/2π = 1,054572‧10-34 Дж‧с  σ= 5,67051‧10-8 Вт/(м2‧K4)  b =2,897756‧10-3 м‧K  R∞ = 10973731,534 м-1  λ0 = h/mес *=* 2,426310‧10-12 м  λ0= h/mрс *=* 11,321410‧10-15 м  λ0 = h/mпс *=* 1,319591‧10-15 м  r1 = 0,529177‧10-10  м  µ*B*= еђ/2me= 9,274015‧10-24 Дж/Тл  µ*N*= еђ/2mр = 5,050787‧10-27 Дж/Тл |

# 1.7 Деякі числа, що часто зустрічаються

|  |  |
| --- | --- |
| Символ | Числове значення |
| π | 3,1411593 |
|  | 1,77245 |
| π2 | 9,86960 |
| 4π | 12,56637 |
| 2/π | 0,63662 |
| 1º | 0,01745 рад |
| 1′ | 0,00029 рад |
| *е* | 2,718282 |
| lg *e* | 0,43429 |
| ln 2 | 0,69315 |
|  | 1,41421 |
|  | 1,73205 |

1.8 Коефіцієнти Стьюдента (tα,*n*)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *n –* кількістьвимірювань | α - довірча ймовірність | | | |
| **0,9** | **0,95** | **0,98** | **0,999** |
| 2 | 6,31 | 12,71 | 31,82 | 636,62 |
| 3 | 2,92 | 4,30 | 6,97 | 31,60 |
| 4 | 2,35 | 3,18 | 4,54 | 12,94 |
| 5 | 2,13 | 2,78 | 3,75 | 8,61 |
| 6 | 2,02 | 2,57 | 3,37 | 6,86 |
| 7 | 1,94 | 2,45 | 3,14 | 5,96 |
| 8 | 1,90 | 2,37 | 3,00 | 5,41 |
| 9 | 1,86 | 2,31 | 2,90 | 5,04 |
| 10 | 1,83 | 2,26 | 2,82 | 4,78 |

# 1.9 ГУСТИНА і модуль пружності твердих тіл

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Матеріал | | | Густина,  ρ, кг/м3 | Модуль пружності |
| (Юнга) Е, ГПа |
| алюміній |  | Al | 2700 | 69 - 72 |
| вольфрам |  | W | 19300 | 350 - 400 |
| германій |  | Ge | 5320 | 82 |
| залізо |  | Fe | 7860 | 195 - 205 |
| золото |  | Au | 19300 | 78 - 83 |
| індій |  | In | 7310 | 10,5 |
| кремній |  | Si | 2330 | 110 - 160 |
| мідь |  | Cu | 8960 | 110 - 130 |
| молібден |  | Mo | 10200 | 300 - 330 |
| нікель |  | Ni | 8900 | 200 - 220 |
| олово |  | Sn | 7300 | 41 - 55 |
| паладій |  | Pd | 12000 | 115 - 125 |
| платина |  | Pt | 21400 | 150 - 175 |
| селен |  | Se | 4790 | 55 |
| срібло |  | Ag | 10500 | 72 - 72,5 |
| свинець |  | Pb | 11400 | 14 - 18 |
| стронцій |  | Sr | 2600 | - |
| титан |  | Ti | 4510 | 110 |
| цинк |  | Zn | 7140 | 100 - 130 |
| дюралюміній |  |  | 2790 | 70 - 72,5 |
| сталь (катана) |  |  | 7850-8000 | 200 - 210 |
| мідні сплави (латуні) | |  | 8400-8700 | 102 - 115 |

# 1.10 ТЕПЛОВІ ВЛАСТИВОСТІ ТВЕРДИХ ТІЛ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Речовина | Темпера-тура плавлен-ня  *t*пл,  С | Питома теплоємність*с,*  кДж/(кг⋅К) | Теплота плавлен-ня  λ, 105 Дж/кг | Коефіцієнт теплопровід-ності  *k*,  Вт/(м⋅К) | Температурний коефіцієнт лінійного розширення (середні значення)  α, 10-6  К-1 |
| алюміній | 660 | 0,86 | 4,0 | 237 | 23 - 24 |
| дюралюміній | 600 | 0,60 |  | 130 | 18 - 26 |
| сталь | 1440 | 0,45 | 2,7 | 50 | 10 - 18 |
| золото | 1063 | 0,13 | 0,64 | 317 | 78 - 83 |
| мідь | 1083 | 0,38 | 2,1 | 400 | 16 - 17 |
| мідні сплави (латуні) | 900 | 0,35 |  | 110 | 18- 20 |
| свинець | 327 | 0,13 | 0,23 | 35 | 28 - 29 |
| олово | 232 | 0,23 | 0,605 | 70 | 20 - 22 |
| лід | 0 | 2,10 | 3,4 | 2,2 | 52,7 |
| скло віконне | 600 | 0,67 | 1,4 | 0,92 | 6 -10 |

# 1.11 Властивості рідин при 20C

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Речовина | Густина  ρ,  кг/м3 | В'язкість  η,  МПа⋅с | Поверхневий натяг  α, мН/м | Темпе-ратура кипіння,  °С |
| Вода | 1000 | 1,00 | 72,8 | 100 |
| Гліцерин | 1260 | 1480 | 59,4 | 290 |
| Масло касторове | 955 | 986 |  |  |
| Масло трансформаторне | 860 |  |  |  |
| Гас | 840 | 1,5 |  |  |
| Ртуть | 13595 | 1,55 | 475,0 | 356,6 |

# 1.12 Властивості газів при 20⁰С

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Речовина при нормальних умовах | | Густина  ρ,  кг/м3 | Діаметр  молекули d,  нм | В'язкість η,  мкПа⋅с | Показник  адіабати  γ = Сp/Сv |
| азот | N2 | 1,2505 | 0,371 | 16,6 | 1,401 |
| водень | H2 | 0,0899 | 0,28 | 8,4 | 1,407 |
| повітря |  | 1,293 | 0,357 | 17,1 | 1,400 |
| гелій | He | 0,1785 | 0,1987 | 18,6 | 1,63 |
| кисень | O2 | 1,4289 | 0,35 | 19,2 | 1,400 |
| вуглекислий газ | CO2 | 1,977 | 0,45 | 13,8 | 1,33 |

# 1.13 Швидкість звуку при 20⁰С

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Гази | | Рідини | | Тверді тіла | |
| Речовина | *v*,м/с | Речовина | *v*,м/с | Речовина | *v*,м/с |
| повітря | 334 | вода | 1482 | латунь | 3490 |
| водень | 1300 | гліцерин | 1895 | сталь | 5100 |
| метан | 430 | гас | 1295 | граніт | 3950 |

# 1.14 Залежність швидкості звуку в сухому повітрі від температури при нормальному атмосферному тиску

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура *t*, C | 0 | 10 | 20 | 30 |
| *v*,м/с | 331 | 338 | 344 | 351 |

# 1.15 Електричні властивості речовин

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Речовина | Діелектрична проникність, ε | Пробивна напруженість  Е, 106 В/м |
| повітря | 1,0 | 3,1 |
| масло трансформаторне | 2,2 | 12 |
| масло конденсаторне | 4,0 | 20 |
| слюда | 7,0 | 100 |
| скло електроізоляційне | 5,0 | 40 |
| текстоліт | 8,0 | 27 |
| парафінований папір | 2,1 | 40 |
| поліетилен | 2,2 | 25 |
| гас | 2,1 |  |  |
| фарфор | 5,0 | 30 |  |
| ебоніт | 3,0 | 20 |  |

# 1.16 Питомий електричний опір ρ0 і температурний коефіцієнт опору α деяких провідників при 0⁰С

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Провідник | | ρ0,  10-8 Ом⋅м | α,  10-3 град-1 |
| алюміній | Al | 2,5 | 4,60 |
| ванадій | V | 18,2 | 3,90 |
| вольфрам | W | 4,89 | 5,10 |
| залізо | Fe | 8,6 | 6,51 |
| золото | Au | 2,06 | 4,02 |
| кобальт | Co | 5,57 | 6,04 |
| магній | Mg | 4,31 | 4,12 |
| мідь | Cu | 1,55 | 4,33 |
| молібден | Mo | 5,05 | 4,73 |
| неодім | Nd | 71,0 | 2,00 |
| нікель | Ni | 6,14 | 6,92 |
| олово | Sn | 11,15 | 4,65 |
| паладій | Pd | 9,77 | 3,77 |
| платина | Pt | 9,81 | 3,96 |
| ртуть | Hg | 94,07 | 0,99 |
| свинець | Pb | 19,2 | 4,28 |
| срібло | Ag | 1,49 | 4,30 |
| титан | Ti | 42,0 | 5,46 |
| хром | Cr | 14,1 | 3,01 |
| цинк | Zn | 5,65 | 4,17 |
| сталь |  | 12,0 | 6,10 |
| константан |  | 50,0 | 0,05 |
| манганін |  | 43,0 | 0,01 |
| нейзильбер |  | 30,0 | 0,25 |
| нікелін |  | 40,0 | 0,11 |
| ніхром |  | 110,0 | 0,12 |
| фехраль |  | 130,0 | 0,15 |
| латунь |  | 7,1 | 1,70 |

# 1.17 Зв'язок між магнітною індукцією **В** І Напруженістю **Н** магнітного поля у феромагнетикАХ



# 1.8 ПОКАЗНИКИ ЗАЛОМЛЕННЯ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Гази | | Рідини | | Тверді тіла | |  |
| Речовина | *n* | Речовина | *n* | Речовина | *n* |  |
| азот | 1,000297 | вода | 1,33 | алмаз | 2,42 |
| повітря | 1,000292 | гліцерин | 1,47 | кварц плавл. | 1,46 |  |
| метан | 1,000441 | масло кедрове | 1,52 | скло | 1,50 |  |
| хлор | 1,000768 | масло коричне | 1,60 | NaCl | 1,53 |

# 1.19 Інтервали довжин хвиль і частот і відповідні їм кольори видимої частини спектрУ\*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Колір спектру | Довжина хвилі,  нм | Частота,  ТГц |
| червоний | 760 - 620 | 395 - 483 |
| помаранчевий | 620 - 590 | 483 - 508 |
| жовтий | 590 - 560 | 508 - 536 |
| зелений | 560 - 500 | 536 - 600 |
| блакитний | 500 - 480 | 600 - 625 |
| синій | 480 - 450 | 625 - 666 |
| фіолетовий | 450 - 380 | 666 - 789 |

\*Область видимої частини спектру укладена в межах хвиль приблизно від 760 до 380 нм. Межі кольорів спектру також визначаються лише умовно.

# 1.20 Основні фізичні властивості найважливіших напівпровідникових матеріалів

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Речовина | Ширина забороненої зони *E*, еВ | Рухливість електронів  μЕ, см2/В | Рухливість дірок μД, см2/В | Густина  ρ,  г/см3 |
| Si | 1,107 | 1600 | 500 | 2,33 |
| Ge | 0,66 | 3900 | 1900 | 5,32 |
| Te | 0,33 (4,2 К) | 1890 | 790 | 6,25 |
| Se | 1,79 | - | 3900 | 4,80 |
| C (алмаз) | 5,4 | - | - | 3,51 |
| GaAs | 1,43 | 8 500 | 420 | 5,37 |
| GaSb | 0,78 | 4000 | 650 | 5,61 |
| GaP | 2,24 | 8500 | 435 | 4,13 |
| InAs | 0,36 | 33 000 | 460 | 5,68 |
| InSb | 0,18 | 78 000 | 750 | 5,78 |
| InP | 1,26 | 4600 | 150 | 4,79 |
| PbS | 0,41 | 600 | 600 | 7,61 |
| PbSe | 0,28 | 0,50 | 1000 | 8,15 |
| PbTe | 0,32 | 1730 | 840 | - |
| Te | 0,18 | - | 400 | 6,45 |

# 1.21 Робота виходу для хімічно чистих елементів і елементів, вкритих шаром адсорбата

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Елемент | Символ | *А*, еВ | Адсорбент - адсорбат | *А*, еВ |
| алюміній | Al | 4,25 | С - Сs | 1,37 |
| вольфрам | W | 4,54 | Ti - Cs | 1,32 |
| германій | Ge | 4,76 | Cr - Cs | 1,71 |
| індій | In | 3,80 | Fe - Cs | 1,82 |
| ітрій | Y | 3,30 | Cu - Cs | 1,64 |
| калій | K | 2,22 | Mo - Cs | 1,54 |
| кобальт | Co | 4,41 | Ge - Ba | 2,20 |
| кремній | Si | 4,80 | Mo - Th | 2,58 |
| магній | Mg | 3,64 | Ag - Ba | 1,56 |
| марганець | Mn | 3,83 | Ta - Cs | 1,10 |
| мідь | Cu | 4,40 | W - Li | 2,18 |
| натрій | Na | 2,35 | W - La | 2,20 |
| нікель | Ni | 4,50 | Pt - Na | 2,10 |
| паладій | Pd | 4,80 | Pt - Rb | 1,57 |
| празеодим | Pr | 2,70 | Pt - Ba | 1,90 |
| самарій | Sm | 2,70 | W - O - Na | 1,72 |
| селен | Se | 4,72 | Сталь 1Х18Н9Т - Сs | 1,41 |
| срібло | Ag | 4,30 | Ta2C - Cs | 1,40 |
| стронцій | Sr | 2,35 | TaSi2 - Cs | 1,47 |
| хром | Cr | 4,58 | Mo2C - Cs | 1,45 |
| цезій | Cs | 1,81 | WSi2 - Cs | 1,47 |
| цинк | Zn | 4,24 | Pd - Cs | 1,51 |

# 1.22 Основні властивості деяких ізотопів

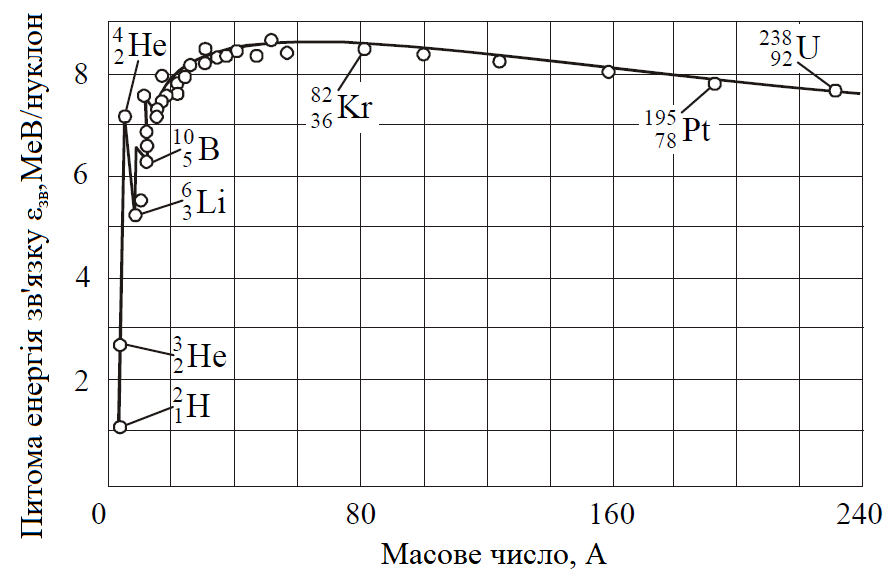
|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Елемент | Символ  ізотопу | Атомна  маса,  а.о.м. | Відносна  розповсюдж.  % | Тип  розпаду | Період  напіврозпаду |  |
|  |
|  |
|
| нейтрон | 0*n*1 | 1,008665 | - | β - | 14,5 хв |
| протон | 1*p*1 | 1,007276 | - |  | стабільний |
| водень | 1H1 | 1,007825 | 99,985 |  | стабільний |
| дейтерій | 1H2 | 2,014102 | 0,015 |  | стабільний |
| тритій | 1H3 | 3,016049 | - | β - | 12,33 років |
| гелій | 2He3 | 3,016030 | 0,000138 |  | стабільний |
| гелій | 2Hе4 | 4,002604 | 99,99986 |  | стабільний |
| літій | 3Li6 | 6,015126 | 7,52 |  | стабільний |
| літій | 3Li7 | 7,016005 | 92,48 |  | стабільний |
| берилій | 4Be7 | 7,016930 | - | Е.З. | 53 дні |
| берилій | 4Be9 | 9,012186 | 100 |  | стабільний |
| бор | 5В10 | 10,012939 | 19,9 |  | стабільний |
| бор | 5В11 | 11,009305 | 80,1 |  | стабільний |
| вуглець | 6С12 | 12,00000 | 98,89 |  | стабільний |
| вуглець | 6С13 | 13,003354 | 1,11 |  | стабільний |
| вуглець | 6С14 | 14,003242 | - | β - | 5730 років |
| азот | 7N14 | 14,003074 | 99,63 |  | стабільний |
| азот | 7N15 | 15,000108 | 0,37 |  | стабільний |
| кисень | 8О16 | 15,994915 | 99,762 |  | стабільний |
| кисень | 8О17 | 16,999133 | 0,038 |  | стабільний |
| кисень | 8О18 | 17,999160 | 0,200 |  | стабільний |
| фтор | 9F19 | 18,998405 | 100 |  | стабільний |
| неон | 10Ne20 | 19,992440 | 90,51 |  | стабільний |
| неон | 10Ne21 | 20,993849 | 0,27 |  | стабільний |
| неон | 10Ne22 | 21,991384 | 9,22 |  | стабільний |
| натрій | 11Nа22 | 21,994435 | - |  | 2,6 років |
| натрій | 11Nа23 | 22,989773 | 100 |  | стабільний |
| магній | 12Мg23 | 22,994135 | - |  | 11,3 сек |
| магній | 12Мg24 | 23,985044 | 78,99 |  | стабільний |
| магній | 12Мg25 | 24,985840 | 10,00 |  | стабільний |
| магній | 12Мg26 | 25,982591 | 11,01 |  | стабільний |
| магній | 12Мg27 | 26,984345 | - | β - | 9,46 хв |
| алюміній | 13Al27 | 26,981535 | 100 |  | стабільний |
| кремній | 14Si28 | 27,976927 | 92,23 |  | стабільний |
| кремній | 14Si30 | 29,973761 | 3,10 |  | стабільний |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | | |  |  |  | |  |  |
| Елемент | | Символ  ізотопу | Атомна  маса,  а.о.м. | Відносна  розповсюдж.  % | Тип  розпаду | | | | Період  напіврозпаду |
|
|
|
| фосфор | | 15Р30 | 29,978320 | - | **** | | | | 2,5 хв |
| фосфор | | 15Р31 | 30,973763 | 100 |  | | | | стабільний |
| фосфор | | 15Р32 | 31,973908 | - | β - | | | | 14,36 діб |
| сірка | | 16S32 | 31,972074 | 95,02 |  | | | | стабільний |
| сірка | | 16S35 | 34,969034 | - | β - | | | | 87,24 діб |
| хлор | | 17Cl35 | 34,968854 | 75,77 |  | | | | стабільний |
| хлор | | 17Cl37 | 36,965896 | 24,23 |  | | | | стабільний |
| аргон | | 18Ar36 | 35,967548 | 0,34 |  | | | | стабільний |
| аргон | | 18Ar40 | 39,962384 | 99,60 |  | | | | стабільний |
| калій | | 19К39 | 38,963714 | 93,26 |  | | | | стабільний |
| калій | | 19К42 | 41,962417 | - | β - | | | | 12,5 годин |
| кальцій | | 20Са40 | 39,962589 | 96,94 |  | | | | стабільний |
| скандій | | 21Sc45 | 44,955919 | 100 |  | | | | стабільний |
| титан | | 22Ti48 | 47,947948 | 73,8 |  | | | | стабільний |
| ванадій | | 23V51 | 50,943978 | 99,75 |  | | | | стабільний |
| хром | | 24Cr51 | 50,944786 | - | Е.З. | | | | 27,7 діб |
| хром | | 24Cr52 | 51,940506 | 83,79 | |  | | | стабільний |
| марганець | | 25Mn55 | 54,938054 | 100 | |  | | | стабільний |
| залізо | | 26Fe55 | 54,940438 | - | | Е.З. | | | 2,7 років |
| залізо | | 26Fe56 | 55,934935 | 91,72 | |  | | | стабільний |
| залізо | | 26Fe57 | 56,935391 | 2,2 | |  | | | стабільний |
| кобальт | | 27Со58 | 57,935754 | - | | Е.З. | | | 70,78 діб |
| кобаль | | 27Со59 | 58,933189 | 100 | |  | | | стабільний |
| кобальт | | 27Со60 | 59,933816 | - | | β - | | | 5,27 років |
| нікель | | 28Ni58 | 57,935343 | 68,27 | |  | | | стабільний |
| нікель | | 28Ni63 | 62,929665 | - | | **** | | | 100,1 років |
| мідь | | 29Cu63 | 62,929594 | 69,17 | |  | | | стабільний |
| мідь | | 29Cu65 | 64,927786 | 30,83 | |  | | | стабільний |
| цинк | | 30Zn64 | 63,929141 | 48,6 | |  | | | стабільний |
| галій | | 31Ga69 | 68,925576 | 60,1 | |  | | | стабільний |
| галій | | 31Ga71 | 70,924695 | 39,9 | |  | | | стабільний |
| германій | | 32Gе70 | 69,924245 | 20,5 | |  | | | стабільний |
| германій | | 32Gе72 | 71,922075 | 27,4 | |  | | | стабільний |
| миш'як | | 33As75 | 74,921590 | 100 | |  | | | стабільний |
| селен | | 34Sе78 | 77,917298 | 23,6 | |  | | | стабільний |
| селен | | 34Sе80 | 79,916515 | 49,7 | |  | | | стабільний |
| бром | | 35Br79 | 78,918330 | 50,69 | |  | | | стабільний |

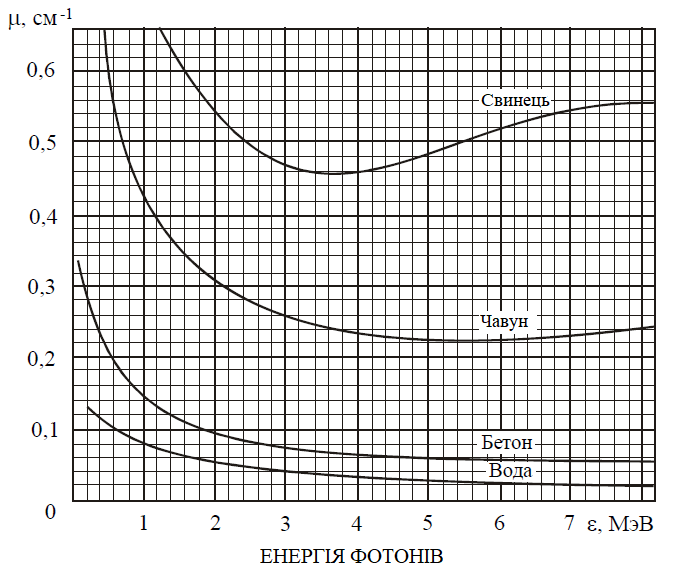
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  | |  |  |
| Елемент | | Символ  ізотопу | Атомна  маса,  а.о.м. | Відносна  розповсюдж.  % | Тип  розпаду | Період  напіврозпаду |
|
|
|
| криптон | | 36Kr84 | 83,911446 | 57,0 |  | стабільний |
| криптон | | 36Kr85 | 84,912531 | - | β - | 10,72 років |
| рубідій | | 37Rb85 | 84,911788 | 72,16 |  | стабільний |
| рубідій | | 37Rb86 | 85,909183 | - | β - | 18,66 діб |
| стронцій | | 38Sr88 | 87,905622 | 82,58 |  | стабільний |
| стронцій | | 38Sr89 | 88,907448 | - | β - | 50,55 діб |
| стронцій | | 38Sr90 | 88,907734 | - | β - | 28,6 років |
| ітрій | | 39Y88 | 87,909503 | - | Е.З. | 106,6 діб |
| ітрій | | 39Y89 | 88,905849 | 100 |  | стабільний |
| цирконій | | 40Zr90 | 89,904701 | 51,45 |  | стабільний |
| цирконій | | 40Zr95 | 94,908028 | - | β - | 64,0 діб |
| ніобій | | 41Nb93 | 92,906372 | 100 |  | стабільний |
| молібден | | 42Mo92 | 91,906802 | 14,84 |  | стабільний |
| технецій | | 43Tc98 | 97,907203 | - | β - | 4,2⋅10 років |
| рутеній | | 44Ru102 | 101,904338 | 31,6 |  | стабільний |
| родій | | 45Rh101 | 100,906162 | - | Е.З. | 3,3 роки |
| родій | | 45Rh103 | 102,905502 | 100 |  | стабільний |
| паладій | | 46Pd108 | 107,903891 | 26,46 |  | стабільний |
| срібло | | 47Ag107 | 106,905088 | 51,84 |  | стабільний |
| срібло | | 47Ag109 | 108,904748 | 48,16 |  | стабільний |
| кадмій | | 48Cd114 | 113,903354 | 28,73 |  | стабільний |
| індій | | 49In115 | 114,904070 | 95,72 |  | стабільний |
| олово | | 50Sn118 | 117,901790 | 24,22 |  | стабільний |
| олово | | 50Sn123 | 122,905715 | - | β - | 129,2 діб |
| сурма | | 51Sb121 | 120,903750 | 57,25 |  | стабільний |
| сурма | | 51Sb123 | 122,904216 | 42,75 |  | стабільний |
| телур | | 52Те130 | 129,906700 | 33,8 |  | стабільний |
| йод | | 53I127 | 126,904471 | 100 |  | стабільний |
| йод | | 53I131 | 130,906112 | - | β - | 8,04 діб |
| ксенон | | 54Хе132 | 131,904142 | 26,9 |  | стабільний |
| ксенон | | 54Хе135 | 134,907040 | - | β - | 9,13 годин |
| цезій | | **5**5Cs133 | 132,905427 | 100 |  | стабільний |
| цезій | | 55Cs134 | 133,906694 | - | β - | 2,06 роки |
| барій | | 56Ва138 | 137,905226 | 71,7 |  | стабільний |
| лантан | | 57Lа139 | 138,906348 | 99,91 |  | стабільний |
| церій | | 58Ce140 | 139,905436 | 88,48 |  | стабільний |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | |  |  |  | |  |  |
| Елемент | | Символ  ізотопу | Атомна  маса,  а.о.м. | Відносна  розповсюдж.  % | Тип  розпаду | | | Період  напіврозпаду |
|
|
|
| празеодим | | 59Pr141 | 140,907651 | 100 |  | | | стабільний |
| неодім | | 60Nd146 | 145,913121 | 17,2 |  | | | стабільний |
| іридій | | 77Ir192 | 191,962990 | - | β - | | | 73,8 доби |
| золото | | 79Au197 | 196,966557 | 100 |  | | | стабільний |
| золото | | 79Au198 | 197,968240 | - | β - | | | 2,7 доби |
| ртуть | | 80Hg194 | 196,966557 | - | Е.З. | | | 260 років |
| талій | | 81Tl204 | 203,973884 | - | β - | | | 3,78 років |
| свинець | | 82Pb206 | 205,974461 | 24,1 |  | | | стабільний |
| свинець | | 82Pb207 | 206,975932 | 22,1 |  | | | стабільний |
| свинець | | 82Pb208 | 207,976641 | 52,4 |  | | | стабільний |
| вісмут | | 83Bi209 | 208,980423 | 100 |  | | | стабільний |
| вісмут | | 83Bi210 | 209,984114 | - | β - | | | 5,0 діб |
| полоній | | 84Ро210 | 209,982871 | - | α | | | 138,4 діб |
| астат | | 85At210 | 209,987490 | - | Е.З. | | | 8,1 годин |
| радон | | 86Rn222 | 222,017533 | - | α | | | 3,8 діб |
| радій | | 88Rа220 | 220,010972 | - | α | | | 0,025 с |
| радій | | 88Rа226 | 226,025361 | - | α | | | 1620 років |
| радій | | 88Rа227 | 227,029220 | - | β - | | | 42,2 хв |
| актиній | | 89Ас228 | 228,031169 | - | β - | | | 6,13 годин |
| торій | | 90Th229 | 229,031629 | - | α | | | 7340 років |
| торій | | 90Th230 | 230,03080 | - | α | | | 7,54⋅104 років |
| торій | | 90Th231 | 231,036301 | - | β - | | | 25,52 годин |
| торій | | 90Th232 | 232,038211 | 100 | α | | | 1,4⋅1010 років |
| торій | | 90Th233 | 233,041433 | - | β - | | | 22,3 хв |
| протактиній | | 91Ра233 | 233,040246 | - | β - | | | 27,0 діб |
| уран | | 92U233 | 233,039632 | - | α | | | 1,59⋅105 років |
| уран | | 92U234 | 234,040950 | 0,006 | α | | | 2,45⋅105 років |
| уран | | 92U235 | 235,043931 | 0,72 | α | | | 7,04⋅108 років |
| уран | | 92U236 | 236,045733 | - | α | | | 2,34⋅107 років |
| уран | | 92U238 | 238,050762 | 99,27 | α | | | 4,46⋅109 років |
| уран | | 92U239 | 239,054321 | - | β - | | | 23,5 хв |
| нептуний | | 93Np237 | 237,048172 | - | α | | | 2,14⋅106 років |
| нептуний | | 93Np239 | 239,052935 | - | β - | | | 2,36 доби |
| плутоній | | 94Pu238 | 238,049522 | - | α | | | 87,74 років |
| плутоній | | 94Pu239 | 239,052162 | - | α | | | 2,4⋅104 років |
| плутоній | | 94Pu240 | 240,053812 | - | α | | | 6,54⋅103 років |

1.23 ЗАЛЕЖНІСТЬ ПИТОМОЇ ЕНЕРГІЇ ЗВ’ЯЗКУ ВІД МАСОВОГО ЧИСЛА



1.24 ЗАЛЕЖНІСТЬ КОЕФІЦІЄНТА ЛІНІЙНОГО ОСЛАБЛЕННЯ ВІД ЕНЕРГІЇ ПАДАЮЧИХ ФОТОНІВ ДЛЯ ДЕЯКИХ МАТЕРІАЛІВ



# 1.25 Формули для наближених обчислень

 - 0,031 < *x* < 0,031

 - 0,085 < *x* < 0,093

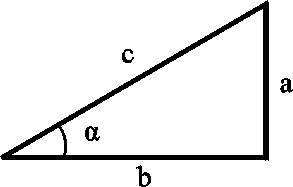
 - 0,052 < *x* < 0,052

 - 0,077 < *x* < 0,077

 - 0,045 < *x* < 0,045

 - 0,066 < *x* < 0,066

# 1.26 Основні тригонометричні формули











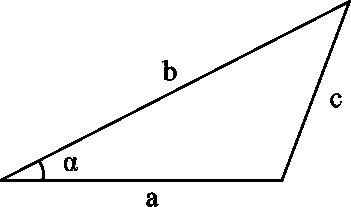




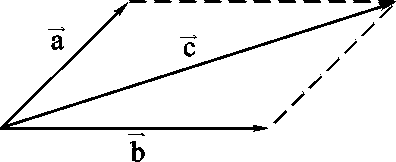


Теорема косинусів 

# 1.27 Таблиця похідних

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Функція | Похідна | Функція | Похідна |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

# 1.28 Деякі відомості про вектори

 *Сума векторів*



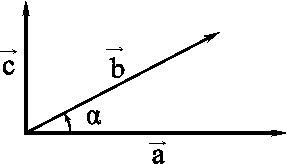
 *Різниця векторів*



*Скалярний добуток векторів*



де  – кут між векторами  i 

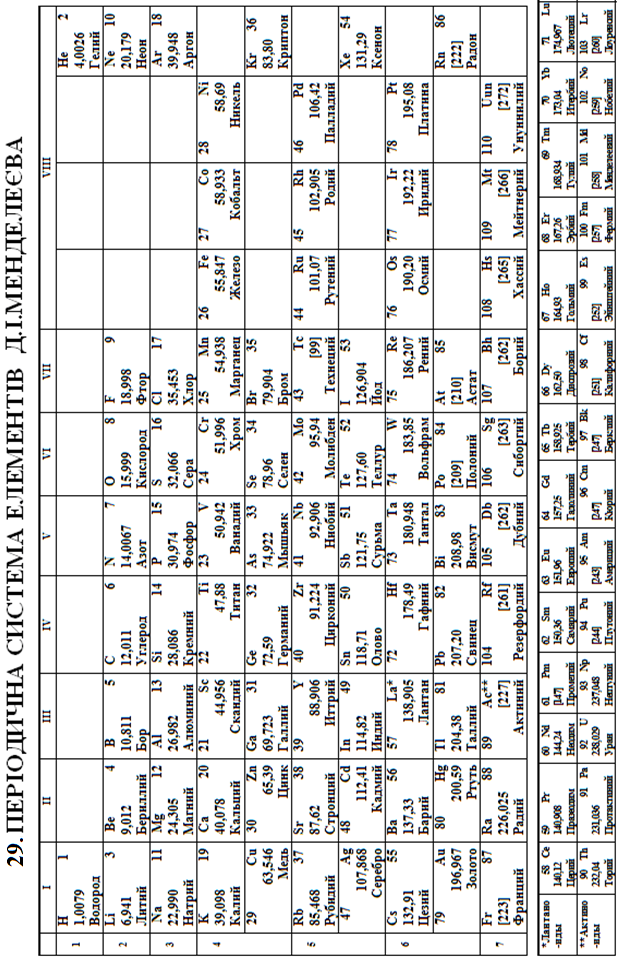
*Векторний добуток векторів*



Вектор  спрямований перпендикулярно векторам  і  у бік, що визначається за правилом правого гвинта (свердлика). Так на рисунку вектор  спрямований вгору, оскільки вектор  множиться на вектор , а не навпаки. Модуль векторного добутку векторів



Операція ділення векторів не визначена.



# 2. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ

1. Основні поняття кінематики поступального руху: тіло відліку, система відліку, матеріальна точка, траєкторія, шлях і переміщення, швидкість, прискорення. Рівняння кінематики

2. Кінематика обертального руху. Кут повороту, кутова швидкість, кутове прискорення. Зв'язок кутових і лінійних величин.

3. Основні поняття динаміки: маса , імпульс, сила, робота, потужність. Механічна енергія. Кінетична та потенціальна енергія. Зв'язок роботи з зміною енергії.

4. Закони динаміки. Закони Ньютона . 2 закон Ньютона для системи тел. Закон збереження імпульсу. Закон збереження механічної енергії.

5. Динаміка обертального руху. Кінетична енергія обертового твердого тіла. Момент інерції твердого тіла. Теорема Штейнера. Момент сили. Момент імпульсу. Основний закон динаміки обертального руху. Закон збереження моменту імпульсу.

6. Інерціальні та неінерціальні системи відліку. Принцип відносності Галілея.

7. Елементи спеціальної теорії відносності. Постулати Ейнштейна. Перетворення Лоренца. Релятивістське додавання швидкостей. Скорочення довжини рухомого тіла. Уповільнення часу.

8. Динаміка спеціальної теорії відносності. Еквівалентність маси і енергії. Кінетична енергія для релятивистского випадку. Зв'язок енергії та імпульсу.

9. Основи молекулярної фізики і термодинаміки. Ідеальний газ. Рівняння стану ідеального газу(рівняння Клапейрона-Менделєєва). Суміш газів, закон Дальтона.

10. Рівняння Клаузіуса. Розподіл енергії молекул за ступенями свободи.

11. Розподіл молекул ідеального газу за швидкостями (розподіл Максвелла). Найбільш ймовірна швидкість. Середні швидкості молекул.

12. Газ у поле тяжіння Землі. Барометрична формула. Розподіл Больцмана.

13. Внутрішня енергія .Перше начало термодинаміки. Застосування першого начала термодинаміки до изопроцессам. Теплоємність ідеального газу.Рівняння Маера.

14. Мікро та макростани,термодинамічна ймовірність. Ентропія. Розрахунок зміни ентропії для изопроцессов. Другий початок термодинаміки. Формулювання другого початку термодинаміки.

15. Теплові машини . К. п. д. теплових машин. Цикл Карно.

16. Явища переносу. Дифузія, рівняння дифузії. Внутрішнє тертя, рівняння Ньютона. Теплопровідність, рівняння Фур'є. Зв'язок коефіцієнтів у рівняннях переносу з характеристиками молекул. Залежність коефіцієнтів переносу від тиску.

17. Електростатика. Закон Кулона. Закон збереження електричного заряду. Електричне поле і його характеристики. Графічне зображення електричного поля. Теорема Остроградського –Гауса та її застосування для розрахунку електричних полів сфери, площини і нитки.

18. Потенційна енергія заряду в електричному полі. Потенціал. Зв'язок напруженості електричного поля з потенціалом.

19. Сегнетоэлектрики та їх властивості. Прямий і зворотний п'єзоелектричний ефект.

20. Електроємність, конденсатори. Енергія електричного поля конденсатора.

21. Електричний струм. Щільність струму. Закон Ома для однорідної ділянки кола в інтегральній і диференціальній формі.. Послідовне і паралельне з'єднання провідників. Робота і потужність електричного струму, закон Джоуля-Ленца. Закон Ома для неоднорідної ділянки кола.

22. Магнітне поле і його характеристики. Закон Біо-Савара-Лапласа. Закон повного струму. Розрахунок поля довгого соленоїда і тороїда. Контур зі струмом в однорідному та неоднорідному магнітному полі. Закон Ампера. Взаємодія паралельних струмів.

23. Дія магнітного поля на рухомий заряд. Сила Лоренца. Рух заряду в магнітному полі. Застосування сили Лоренца. МГД-генератори. Прискорювачі заряджених часток.

24. Робота магнітного поля з переміщення провідника і контуру із струмом. Явище електромагнітної індукції. Закон Фарадея, правило Ленца.

25. Індуктивність. Індуктивність довгого соленоїда. Явище самоіндукції. Закон Фарадея і правило Ленца для самоіндукції. Екстратокі замикання і розмикання ланцюга.

26. Явище взаємоіндукції. Коефіцієнт взаємоіндукції для двох котушок, намотаних на один сердечник.

27.Магнітні властивості речовини. Вектор намагніченості. Властивості парамагнетиків, діамагнетиків і феромагнетиків.

# 3. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЯКІ ВКЛЮЧЕНІ В ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ БІЛЕТИ

1. Коливання і хвилі. Визначення та класифікація коливань. Гармонічний осцилятор. Математичний маятник, пружинний маятник, фізичний маятник, коливальний контур.

2. Енергія гармонічних коливань. Способи подання гармонічних коливань. Додавання коливань однакового напрямку. Биття.

3. Додавання взаємно перпендикулярних коливань. Фігури Ліссажу. Затухаючі коливання. Параметри, що характеризують затухаючі коливання. Закон зміни енергії при затухаючі коливання. Добротність осцилятора.

4. Затухаючі електромагнітні коливання. Вимушені коливання. Резонанс.

5. Вимушені електромагнітні коливання. Закон Ома для кола, що містить індуктивність і ємність.

6. Хвилі. Класифікація хвиль. Рівняння плоскої гармонійної хвилі. Хвильове рівняння.

7. Інтерференція хвиль. Умови спостереження інтерференційних максимумів та мінімумів. Стоячі хвилі. Вузли та пучности стоячої хвилі.

8. Основні положення теорії Максвелла. Перше рівняння Максвелла. Вихрове електричне поле.

9. Друге рівняння Максвелла. Повна система рівнянь Максвелла.

10. Пророкування теорією Максвелла електромагнітних хвиль. Енергія, що переноситься електромагнітною хвилею. Вектор Пойнтинга. Перенесення енергії пружною хвилею. Вектор Умова.

11. Розвиток поглядів на природу світла. Хвильова оптика. Інтерференція світла. Інтерференція від двох щілин. Інтерференція в тонких плівках.

12. Смуги рівної товщини, смуги рівного нахилу. Прояснена оптика. Застосування інтерференції.

13. Дифракція світла. Зони Френеля. Дифракція Фраунгофера. Дифракційні решітки. Поляризація світла.Закон Брюстера. Закон Малюса.

14. Квантова природа випромінювання. Характеристики фотонів. Теплове випромінювання. Кількісні характеристики теплового випромінювання. Закон Кірхгофа. Спектр випромінювання абсолютно чорного тіла. Закон Стефана-Больцмана та закон зміщення Віна. Формула Релея і Джинса і формула Планка.

15. Зовнішній фотоефект. Квантове пояснення фотоефекту. Формула Ейнштейна для фотоефекту. Ефект Комптона.

16. Розвиток уявлень про будову атома. Досліди Резерфорда. Боровська модель атома. Досліди Франка і Герца. Ідеї де-Бройля. Корпускулярно-хвильовий дуалізм матерії. Досліди Девисона і Джермера. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга.

17. Хвильова функція, її властивості та фізичний зміст. Рівняння Шредінгера. Задача про електроні в потенційній ямі.

18. Тунельний ефект. Приклади тунельного ефекту. Теорія воднеподібних атомів. Головне квантове число, квантування енергії електрона.

19. Енергія іонізації і потенціал іонізації. Квантовомеханическое пояснення спектрів воднеподібних атомів.

20. Квантування орбітального механічного і магнітного моментів електронів. Просторове квантування. Досвід Штерна і Герлаха. Спіновий момент електрона, що власний магнітний момент. Квантування спина і спінового магнітного моментів. Повний набір квантових чисел.

21. Вимушене випромінювання. Квантовий генератор. Рубіновий лазер. Властивості лазерного випромінювання.

22. Основи фізики твердого тіла. Класифікація твердих тіл за типом зв'язку. Зонна теорія. Наближення слабкого зв'язку. Наближення сильного зв'язку. Пояснення зонною теорією існування металів, напівпровідників та діелектриків. Електропровідність металів.

23. Напівпровідники. Власна провідність напівпровідників. Домішкова провідність напівпровідників p і n типу.

24. Контактні явища. Ефект Зеєбека, Пелтьє, Томсона. p-n перехід. Вольт-амперна характеристика діода. Внутрішній фотоефект. Сонячні батареї, терморезистори.

25. Фізика атомного ядра. Характеристики атомних ядер. Ядерні сили. Енергія зв'язку. Дефект маси. Явище радіоактивності. Закон радіоактивного розпаду. Види радіоактивного розпаду.

26. Ядерні реакції. Енергетичний ефект. Поділ ядер урану. Ланцюгова реакція. Ядерний реактор.

# 4. ПРИКЛАДИ РІШЕННЯ ЗАДАЧ

Приклад 1. Знайти щільність водню при температурі 200С и тиску 5 МПа.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  Т=293 К  Р=5∙106Па  µ= 2∙103 кг/моль | Рішення:  Запишемо рівняння Клапейрона-Менделеєва  PV = RT  Звідси |
| ρ - ? |
| Відповідь: ρ= 4.1 кг/м3 . | |

Приклад 2.Визначити відношення Сp/Cv для повітря.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  µ= 29∙10-3 кг/моль  i = 5 | Рішення:  Повітря можна вважати двохатомним газом.  Кількість ступенів волі i для двох атомного газу рівно 5.  Тоді |
| Сp/Cv - ? |
| Відповідь: Сp/Cv = 1.4 | |

Приклад 3. Скільки електронів утримується в 1 кг міді?

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  µ = 64∙10-3 кг/моль  Z = 29  m = 1 кг | Рішення:  Число атомів міді можна порахувати по формулі  На кожний атом доводиться таке число електронів, що дорівнює порядковому номеру міді в таблиці Менделеєва - Z. |
| Nе - ? |
| Тоді    Відповідь: Ne = 2.7∙1026 | |

Приклад 4. Скільки молекул перебуває в кімнаті об'ємом 100м3 при температурі 200 ºС и тиску 0,1 МПа?

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  V=100 м3  Т=293 К  Р= 105Па | Рішення:  Запишемо рівняння Больцмана:    де n= N/V – концентрація молекул.  Тоді |
| N - ? |
| Відповідь: N= 2.5∙1027 | |

Приклад 5. Чому дорівнює енергія обертового руху молекул, що втримуються в 2 кг водню при температурі 4000ºС.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  m = 2кг  Т = 6273 К  µ =2∙10-3 кг/моль | Рішення:  Внутрішню енергію ідеального газу можна порахувати по формулі:  де i = iпост+iвр. - кількість ступенів свободи. |
| Е вр - ? |
| Водень – двохатомний газ. Для нього i=5. З п'яти ступенів свободи три припадає на поступальний рух молекул ( iпост = 3 ), а дві – на обертальний (iвр = 2 ).  Тоді    Відповідь: Евр = 5.6∙106 Дж. | |

Приклад 6. Метан, що займав об'єм 10-2 м3 та перебував під тиском 15∙105 Па було нагріто від 10 ºС до 27ºС при постійному тиску. Визначити роботу розширення газу, зміну його внутрішньої енергії, кількість тепла повідомленого газу.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  V1 = 10-2 м3  P = 15∙105Па  Т1 = 283 К  Т2 = 300 К  µ = 16∙10-3 кг/моль | Рішення:  Запишемо рівняння Клапейрона – Менделеєва для газу до та після нагрівання  PV1 = RT1, PV2 = RT2.  Робота розширення газу при постійному тиску  А = Р (V2-V1) = R(T2 – Т1) =  = 901 Дж |
| А - ?  ΔU - ?  Q - ? |
| Зміну внутрішньої енергії порахуємо по формулі:    Кількість теплоти Q, що повідомлена газу знайдемо, використовуючи перший початок термодинаміки:  Q = ΔU + A = 901 + 2703 = 3604 Дж.  Відповідь: А =901 Дж, ΔU = 2703 Дж, Q = 3604 Дж. | |

Приклад 7. Молекули азоту мають середню арифметичну швидкість 1000 м/с при нормальному тиску. Визначити число зіткнень в 1с.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:    P = 105 Па  dэф = 3∙10-10 м  µ = 28∙10-3 кг/моль | Рішення:  Середню арифметичну швидкість молекул  можна порахувати по формулі:  (1)  Число зіткнень молекул у секунду |
| z - ? |
| (2)  Запишемо рівняння Больцмана:  Р = nk T (3)  З ( 1 ), ( 2 ), ( 3) одержимо:  1/с  Відповідь: z=2,19∙109 1/с | |

Приклад 8. Знайти зміну ентропії при ізобарному розширенні 8 г. водню від об'єму V1= 10л. до об'єму V2= 25 л.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  µ = 2∙10-3 кг/моль  m = 8∙10-3 кг  V1 = 10-2 м3  V2 = 2,5∙10-2 м3 | Рішення:  Зміну ентропії порахуємо по формулі  Для ізобарного процесу V2/V1 = T2/Т1. Тоді |
| ΔS - ? |
| Відповідь: ΔS = 5,1 Дж/ К | |

Приклад 9. ККД ідеальної машини, що працює по циклу Карно, дорівнює 60%. Температура холодильника 70ºС. Яка температура нагрівача? Яка робота відбувається за один цикл, якщо нагрівач передає робочому тілу 400 Дж тепла за цикл.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  ή = 0.6  Т2 =280 К  Q2=400 Дж | Рішення:  ККД теплової машини  . Звідси |
| Т1- ?  Q1- ?  А - ? |
| А =Q1 – Q2 = 1000 – 400 = 600 Дж  Відповідь: Т1 = 700 К, Q1 = 1000 Дж, А = 600 Дж. | |

Приклад 10. На якій висоті тиск повітря становить 25% від тиску на рівні моря? Температуру вважати постійною та рівної 0ºС.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  Т = 273 К  Р = 0.25 Р0 | Рішення:  Запишемо барометричну формулу |
| h - ? |
| де µ = 29∙10-3 кг/моль.  Звідси    Відповідь: h = 11066 м | |
|  | |

Приклад 11. Котушка гальванометра, з N = 400 витків тонкого дроту, намотаною на прямокутний каркас довжиною *l*= 3 см і шириною b = 2 см, підвішена на нитку в магнітнім полі з індукцією B=0.1Тл . По котушці тече струм. Знайти момент обертання, діючий на котушку гальванометра, якщо площина котушки а) паралельна напрямку магнітного поля; б) становить кут α = 60º з напрямком магнітного поля.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  N = 400  *l*=0,03м  b = 0,02 м  B=0,1Тл  α = 60º | Рішення:  На кожен виток котушки діє обертовий момент .  Тоді на всю котушку діє обертовий момент .  Площа одного витка  а)  б) |
| а) М- ?  б) М- ? |
| Відповідь: а) М = 2,4·10-9 Н·м; б) М= 1,2·10-9 Н·м. | |

Приклад 12. Електрон, прискорений різницею потенціалів U = 1кВ, влітає в однорідне магнітне поле, напрямок якого перпендикулярно його руху. Індукція магнітного поля В = 1,19 мТл. Знайти радіус R кола, по якому рухається електрон, період обертання T і момент імпульсу M електрона.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  U = 1000 В  В = 1,19·10-6 Тл | Рішення:  З боку магнітного поля на електрон діє сила Лоренца . Напрям сили Лоренца визначають за правилом векторного добутку векторів. У скалярному вигляді , т.к. . Оскільки початкова швидкість електрона перпендикулярна , то |
| R–?  Т–?  М–? |
| його траєкторія лежить в одній площині.  Робота сили Лоренца дорівнює нулю, з цього . Електрон рухається з постійною по модулю прискоренням , яке перпендикулярно швидкості.  Радіус кривизни траєкторії електрона можна знайти із співвідношення .  Прирівнявши (1) й (2) отримаємо , звідси .  Період обертання електрона по колу не залежить від швидкості .  Момент імпульсу електрона або, оскільки вектори перпендикулярні, .  Швидкість електрона знайдемо із співвідношення , звідки . Звідси .  Підставляючи числові дані отримаємо R=0,09 м;  /с. | |
| Відповідь: R=0.09 м; /с. | |

Приклад 13. Скільки витків дроту діаметром d=0,6 см має одношарова

обмотка котушки, індуктивність якої L=1мГн і діаметр D =4 см? Витки щільно прилягають один до одного.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  d=0,6·10-3 м  L=1·10-6 Гн  D =0,04 м | Рішення:  Маємо  Тут довжина котушки .  Отже, , відкіля |
| N - ? |
| Відповідь: N = 380. | |

Приклад 14. Електрична лампочка, опір якої в гарячому стані R=10 Ом, підключена через дросель до 12-вольтного акумулятору. Індуктивність дроселя L=2 Гн, опір r = 1 Ом. Через який час t після включення лампочка загориться, якщо вона починає помітно світити при напрузі на ній U=6 В?

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  R=10 Ом  L=2 Гн  r = 1 Ом  U=6 В  ε=12В | Рішення:  Внаслідок явища самоіндукції при включенні е.д.с. сила струму в лампочці наростає за законом .  За законом Ома для ділянки цепі початковий і кінцевий струми відповідно рівні  та .  Тоді рівняння (1) можна переписати у вигляді |
| t- ? |
| або .  Пролагаріфміруем рівняння (2), тоді    звідки час, через який загориться лампочка після вмикання:  Відповідь: t= 126 мс. | |

Приклад 15. Яку роботу треба зробити, щоб два точкові заряди 8 нКл і 9 нКл зблизити від відстані 5 см до 3 см ?

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  q1 = 8∙10-9Кл  q2 = 9∙10-9 Кл  r1 = 5∙10-2 м  r2 = 3∙10-2 м | Рішення:  Робота, що йде на збільшення потенційної енергії взаємодії двох електричних зарядів: |
| А-А- ? |
| Відповідь: А=8,6∙10-6Дж | |

Приклад 16. Знайти швидкість електрона, прискореного різницею потенціалів 100 В.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  е = 1,6∙10-19 Кл  m = 9,1∙10-31 кг  Δφ = 100В | Рішення:  Робота електричного поля, що йде на збільшення кінетичної енергії електрона:  . Тоді |
| *v -* ? |
| Відповідь: *v =*5.9∙106 | |

Приклад 17. Два точкових заряди q1= 5,2нКл і q2 = -2нКл перебувають на відстані 5 см друг від друга. Знайти напруженість електричного поля в крапці, вилученої на відстань 4 см від першого заряду й на 3 см від другого.

|  |  |
| --- | --- |
| Дано:  q1= 5,2∙10-9 Кл  q2 = - 2∙10-9 Кл  а = 0,05м  b = 0,04м  с=0,03м | Рішення: |
| Е - ? |
| Напруженість електричного поля, яку створює в крапці 0 перший заряд, дорівнює:    Напруженість електричного поля, яку створює в крапці 0 другий заряд, дорівнює:    У відповідності із принципом суперпозиції полів і враховуючи, що трикутник q1q2 0 є прямокутним, одержимо:  Тоді  Відповідь: Е= 1,3∙3 | |

# СПИСОК рекомендованОЇ літератури

1. Нємченко К.Е., Дудінова О.В. Фізика: Практичний довідник: 2-ге вид., доп. та перероб. - Харків: ФОП Співак В.Л., 2011. - 211 с.
2. Усі формули та таблиці. Практичний довідник / Уклад. Дудінова О.В., Шабанова Г.В. та ін. - Харків: ФОП Співак Т.К., 2012. - 224 с.
3. Волков, О.Ф. Курс фізики: В 2-х т. Т.1. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. Електростатика. Постійний струм. Електромагнетизм: навч. посіб. для студ. інжен.-техн. спец. вищ. навч. закл. / О.Ф.Волков,Т.П.Лумпієва. – Донецьк : ДонНТУ, 2009. – 224 с.
4. Волков, О.Ф. Курс фізики: В 2-х т. Т.2. Коливання і хвилі. Хвильова і квантова оптика. Елементи квантової механіки. Основи фізики твердого тіла. Елементи фізики атомного ядра : навч. посіб. для студ. інжен.-техн. спец. вищ. навч. закл. / О.Ф. Волков,Т.П.Лумпієва. – Донецьк : ДонНТУ, 2009. – 224 с.

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

Методичні рекомендації з дисципліни «Фізика»

для самостійної роботі (Довідкові матеріали)

студентів денної та заочної форми навчання технічних спеціальностей

Укладачі: Артеменко Ю.А., доц., к.т..н., доц

Власенко М.М., доц., к.т..н., доц

Любименко О.М., доц., к.ф.-м.н., доц

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

85300, м. Покровськ, пл. Шибанкова, 2.