

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/337635646>

КОРОТКИЙ ДОВІДНИК ДО ПРОГРАМИ ЗНО З ФІЗИКИ

Preprint · November 2019

DOI: 10.13140/RG.2.2.18827.44327

CITATIONS

0

READS

102

2 authors:



Andriy Haysak

Uzhhorod National University

7 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Ivan Haysak

Uzhhorod National University

74 PUBLICATIONS 62 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Detectors and Spectrometers [View project](#)



Quantum systems with coupled channels [View project](#)

Ужгородський національний університет

А.І.Гайсак, І.І.Гайсак

КОРОТКИЙ ДОВІДНИК
ДО ПРОГРАМИ ЗНО
З ФІЗИКИ



Ужгород – 2019

Даний Короткий Довідник укладений як конспективний матеріал до програми ЗНО з фізики і може слугувати для експрес повторення матеріалу з фізики при підготовці до написання тесту ЗНО.

Матеріал Довідника наведено у вигляді таблиці, яка містить текст самої Програми, а також короткі пояснення та формули. Матеріал строго слідує Програмі, затвердженій Міністерством Освіти і Науки, окрім одного винятку, а саме, для більш послідовного розгляду різноманітних видів механічних рухів, розділ «Механічні коливання і хвилі» із модуля «**IV. Електромагнітні коливання і хвилі**» перенесено в модуль «**I. Механіка**».

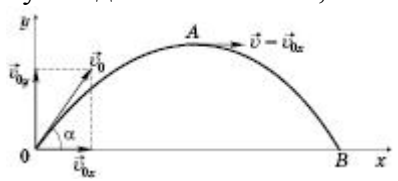
Для учнів середньої школи, вчителів фізики, слухачів та викладачів підготовчих курсів при вузах.

Зміст

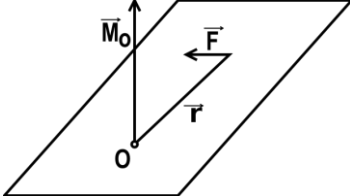
1. Модуль I. Механіка	4
1.1. Основи кінематики	4
1.2. Основи динаміки	5
1.3. Елементи механіки рідин та газів	8
1.4. Закони збереження в механіці	8
1.5. Механічні коливання і хвилі	10
2. Модуль II. Молекулярна фізика і термодинаміка	12
2.1. Основи молекулярно-кінетичної теорії	12
2.2. Основи термодинаміки	13
2.3. Властивості газів, рідин і твердих тіл	14
3. Модуль III. Електродинаміка	17
3.1. Основи електростатики	17
3.2. Закони постійного струму	20
3.3. Електричний струм у різних середовищах	21
3.4. Магнітне поле, електромагнітна індукція	24
4. Модуль IV. Електромагнітні коливання і хвилі. Оптика	27
4.1. Електромагнітні коливання і хвилі	27
4.2. Оптика	29
5. Модуль V. Квантова фізика. Елементи теорії відносності	32
5.1. Елементи теорії відносності	32
5.2. Світлові кванти	33
5.3. Атом та атомне ядро	34
6. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	36
7. КОРИСНІ ІНТЕРНЕТ РЕСУРСИ	36
8. ДОДАТКИ	37

Питання Програми	Означення і формули
I. Механіка	
<p>Основи кінематики. Механічний рух. Система відліку. Відносність руху. Матеріальна точка. Траєкторія. Шлях і Переміщення. Швидкість. Додавання швидкостей.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Механічний рух</i> – це зміна положення тіла у просторі з часом. 2. Під <i>системою відліку</i> розуміють сукупність <i>тіла відліку</i>, відносно якого фіксується зміна положення інших тіл, <i>систему координат</i>, яка дозволяє числами виражати положення тіл і <i>годинник</i> для вимірювання часу. Обов'язковим елементом системи координат є одиниця довжини, яка дозволяє відраховувати відстані. В міжнародній системі СІ одиниця довжини – <i>метр</i> (1 м), а одиниця часу – <i>секунда</i> (1 с). 3. Стан спокою і руху тіл є <i>відносним</i> і залежить від обраної системи відліку. (Людина в кріслі рухомого поїзду знаходиться в стані спокою відносно поїзду і рухається відносно Землі). 4. <i>Матеріальна точка</i> – це умовне тіло, яке не має розмірів і визначає положення реального тіла в просторі координатами цієї точки. 5. <i>Траєкторія</i> руху тіла – уявна лінія, в кожній точці якої послідовно побувало тіло під час свого руху. 6. <i>Шлях</i> – скалярна величина, рівна довжині кривої, що задає траєкторію руху тіла. Шлях вимірюють в метрах. 7. <i>Переміщення</i> – векторна величина, що представляється напрямленим відрізком, який з'єднує початкову і кінцеву точки руху тіла. (Порівняйте – переміщення точки, що здійснила повний оберт по колу рівне нулю, а пройдений шлях $2\pi R$, де R – радіус кола). Переміщення вимірюють в метрах. 8. <i>Швидкість</i> тіла (величина векторна) визначає здійснене ним переміщення за одиницю часу: $\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$, (розмірність $\frac{м}{с}$), де $\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$ – переміщення за проміжок часу $\Delta t = t_2 - t_1$. 9. <i>Додавання швидкостей</i> $\vec{v}_{л з} = \vec{v}_{л п} + \vec{v}_{п з}$ (швидкість людини відносно Землі складається із швидкості людини відносно поїзда і швидкості поїзда відносно Землі).
<p>Нерівномірний рух. Середня і миттєві швидкості. Рівномірний і рівноприскорений рух. Прискорення. Графіки залежності кінематичних величин від часу при рівномірному і рівноприскореному рухах.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 10. <i>Нерівномірний рух</i> – рух при якому тіло за рівні проміжки часу проходить різні відстані (шлях). 11. <i>Середня швидкість</i> при нерівномірному русі – величина скалярна: $v = \frac{s}{t}$, де s- шлях, який пройшло тіло за час t. 12. <i>Миттєва швидкість</i> – величина векторна, дана для кожного моменту часу $\vec{v}(t) = \frac{\vec{r}(t) - \vec{r}(t - \Delta t)}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$ і визначається радіус-векторами положення тіла в моменти часу t і передуючий йому близький час $t - \Delta t$. 13. <i>Рівномірний рух</i> – рух при якому <u>величина</u> швидкості тіла незмінна ($v(t) = const$). 14. <i>Прискорення</i> (вектор): $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$; розмірність - $\frac{м}{с^2}$. 15. <i>Рівноприскорений рух</i> – при якому напрям і величина прискорення руху незмінні ($a(t) = const$).

	<p>16. Рівняння рівномірного прямолінійного руху</p> $a_x(t) = 0$ $v_x(t) = v_{0x} = const$ $x(t) = x_0 + v_{0x} \cdot t.$ <p>17. Рівняння рівноприскореного прямолінійного руху</p> $a_x(t) = a_{0x} = const$ $v_x(t) = v_{0x} + a_{0x} \cdot t$ $x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_{0x} \cdot t^2}{2}.$
<p>Рівномірний рух по колу. Період і частота. Лінійна і кутова швидкості. Доцентрове прискорення.</p>	<p>18. <i>Рівномірний рух по колу</i> – обертання по колу радіусу R із сталою за величиною швидкістю. Руху по колу властива <i>періодичність</i>, яка характеризується <i>періодом</i> і <i>частотою</i>.</p> <p>19. <i>Період</i> обертання – це час T, протягом якого тіло робить один повний оберт по колу (розмірність c).</p> <p>20. <i>Частота</i> обертання ν вказує кількість обертів тіла за одиницю часу (розмірність $c^{-1} \equiv \text{Гц}$). Період і частота зв'язані співвідношенням $\nu = \frac{1}{T}$;</p> <p>21. <i>Лінійна швидкість</i> виражається відношенням довжини кола до періоду $v = \frac{2\pi R}{T}$.</p> <p>22. <i>Кутова швидкість</i> $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$, де $\Delta\varphi$ – кут, який змитає тіло за час Δt; розмірність кутової швидкості $\frac{\text{рад.}}{c} = c^{-1}$.</p> <p>23. Зв'язок частоти і кутової швидкості $\omega = 2\pi\nu$.</p> <p>24. Зв'язок лінійної і кутової швидкостей $v = \omega R$, де R- радіус кола, по якому рухається тіло.</p> <p>25. Рівняння рівномірного руху по колу $\varphi(t) = \omega t$.</p> <p>26. При рівномірному русі по колу величина лінійної швидкості не міняється, але міняється напрям швидкості. Це визиває прискорення, яке називають <i>доцентровим прискоренням</i> $a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$. Доцентрове прискорення векторна величина (має напрям від тіла до центру кола).</p>
<p>Основи динаміки. Перший закон Ньютона. Інерційні системи відліку. Принцип відносності Галілея.</p>	<p>27. <i>Перший закон Ньютона</i> – якщо на тіло не діють сили, або сума прикладених сил рівна нулеві, то таке тіло знаходиться в стані спокою, або прямолінійного рівномірного руху $\sum_i \vec{F}_i = 0 \rightarrow \vec{V} = const$.</p> <p>28. <i>Інерційні системи відліку</i> – системи відліку, які знаходяться в стані спокою, або рівномірного прямолінійного руху одна відносно одної.</p> <p>29. <i>Принцип відносності Галілея</i> – всі фізичні процеси в інерційних системах протікають однаково. Час є абсолютним – одним і тим же у всіх системах відліку.</p>
<p>Взаємодія тіл. Сила. Другий закон Ньютона. Маса. Додавання сил. Третій закон Ньютона.</p>	<p>30. <i>Сила</i> – векторна фізична величина, що характеризує ступінь взаємодії тіл.</p> <p>31. <i>Другий закон Ньютона</i> – якщо на тіло діє сила, то воно рухається з прискоренням направленим по напрямку сили і величиною пропорційною величині прикладеної сили</p> $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m},$

	<p>де m - маса тіла. Інші форми запису закону</p> $\vec{F} = m\vec{a}, \quad \vec{F} = \frac{m\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}.$ <p>де $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$ – імпульс тіла (дивись нижче формулу 56). В цьому законі маса тіла виступає в ролі міри інерції тіла. В системі СІ одиниця маси - кілограм (1 кг). Одиниця вимірювання сили визначається одиницями довжини, часу і маси $\frac{\text{кг}\cdot\text{м}}{\text{с}^2}$ і називається <i>ньютон</i> (1 Н).</p> <p>32. Якщо на тіло діє декілька сил, то результуюча сила знаходиться за правилом додавання векторів (дивись додаток).</p> <p>33. Третій закон Ньютона – сили, з якими взаємодіють два тіла, однакові за величиною і протилежні за напрямком</p> $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}.$ <p>(Зверніть увагу, що дані сили прикладені до різних тіл)</p>
<p>Гравітаційні сили. Закон всесвітнього тяжіння. Сила тяжіння. Рух тіла під дією сили тяжіння.</p>	<p>34. Гравітаційна сила притягання властива тілам, які мають масу.</p> <p>35. Закон всесвітнього тяжіння (четвертий закон Ньютона) – два тіла з масою притягуються між собою з силою, пропорційною масам тіл і обернено пропорційною квадрату відстані між ними</p> $F = G \frac{m_1 m_2}{R^2},$ <p>де коефіцієнт пропорційності $G = 6,6720 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{кг}^2}$, який називається гравітаційною сталою. Тут маса тіла виступає у ролі джерела гравітаційної взаємодії (порівняйте з формулою 31).</p> <p>36. Сила тяжіння – гравітаційна сила, з якою Земля притягує до себе тіла</p> $\vec{F}_T = m\vec{g},$ <p>де m – маса тіла, g – прискорення вільного падіння <i>направлене</i> до центру Землі, числове значення якого слідує з формули 35 і залежить від маси і радіусу Землі, географічної широти місцевості і висоти над землею поверхнею</p> $g = G \frac{M_3}{(R_3 + h)^2}$ <p>37. Якщо на тіло діє тільки сила тяжіння, то тіло здійснює вільне падіння. Вид траєкторії тіла залежить від напрямку і величини початкової швидкості. Коли початкова швидкість рівна нулю або паралельна силі тяжіння, тіло здійснює прямолінійний рух по вертикалі. Якщо початкова швидкість напрямлена під кутом до сили тяжіння, то тіло здійснює вільне падіння по вертикалі з початковою вертикальною складовою швидкості та рівномірний рух по горизонталі з початковою горизонтальною складовою швидкості. Результуюча траєкторія має вид параболи.</p> 

<p>Вага тіла. Невагомість. Рух штучних супутників. Перша космічна швидкість.</p>	<p>38. <i>Вага тіла</i> – сила з якою тіло діє на підставку чи підвіс внаслідок тяжіння. Якщо тіло нерухоме, або рухається рівномірно і прямолінійно, то вага тіла</p> $P = F_T = mg,$ <p>якщо тіло рухається з прискоренням a_z, то вага тіла</p> $P = m(g - a_z).$ <p>Тут a_z – проекція вектора прискорення на вертикальну вісь направлену до центру Землі.</p> <p>39. <i>Невагомість</i> виникає у разі вільного падіння (з прискоренням $a_z = g$), в результаті чого тіло діє з нульовою силою на підставку або підвіс.</p> <p>40. <i>Штучний супутник</i> – об'єкт поміщений на орбіту Землі або іншого небесного тіла зусиллями людини. Рух супутника по орбіті обумовлений гравітаційною силою.</p> <p>41. <i>Перша космічна швидкість</i> – швидкість, яку, нехтуючи опором повітря, необхідно надати тілу, щоб воно рухалось по круговій орбіті з радіусом рівним радіусу Землі</p> $v_1 = \sqrt{G \frac{M_3}{R_3}} = \sqrt{g \cdot R_3}$ <p>(для Землі $M_3 = 5,97 \cdot 10^{24}$ кг, $R_3 = 6\,378\,000$ м) і чисельно рівна $v_1 = 7,9$ км/с.</p>
<p>Сила пружності. Закон Гука.</p>	<p>42. <i>Сила пружності</i> – сила, що виникає при деформації твердого тіла, яка намагається відновити початкову форму тіла.</p> <p>43. <i>Закон Гука</i> – деформація в пружних тілах (видовження або стиснення) прямо пропорційна силі, яка визиває дану деформацію</p> $\vec{F} = -k \cdot \vec{\Delta x},$ <p>де k – коефіцієнт жорсткості тіла (розмірність $\frac{H}{m}$), Δx – величина деформації (як коефіцієнт жорсткості залежить від розмірів тіла дивись формулу 22 в II Модулі).</p>
<p>Сила тертя. Коефіцієнт тертя.</p>	<p>44. <i>Сила тертя</i> виникає під час руху одного тіла по поверхні іншого і направлена вздовж поверхні дотику тіл проти відносної швидкості їхнього руху. Сила тертя залежить від: відносної швидкості руху тіл; речовини, з якої складаються тіла; стану поверхонь (твердих) тіл; розмірів і форми тіла (при русі в газі або рідині); ваги тіла.</p> <p>45. <i>Сила тертя ковзання</i> направлена проти напрямку руху тіла і прямо пропорційна силі реакції опори</p> $F_{TP} = \mu \cdot N,$ <p>де безрозмірний коефіцієнт тертя μ залежить від природи та якості поверхонь, що дотикаються, N – нормальна складова реакції опори.</p> <p>46. <i>Сила тертя спокою</i> $F \leq \mu \cdot N$. Сила тертя спокою перешкоджає початкові руху тіла.</p> <p>47. <i>Сила тертя кочення</i> прямо пропорційна реакції опори N і обернено пропорційна радіусу тіла кочення R</p> $F = \frac{f}{R} \cdot N,$

	де f – коефіцієнт тертя ковзання (розмірність – m)
<p>Момент сили. Умови рівноваги тіла. Види рівноваги.</p>	<p>48. <i>Момент сили</i> – векторна величина, рівна добутку сили на величину плеча прикладання сили відносно осі або точки обертання. Напрямок моменту сили направлений перпендикулярно до площини, яку утворюють вектор сили і радіус-вектор точки прикладання сили</p> $\vec{M} = [\vec{r} \times \vec{F}]$  <p>Розмірність моменту сили $m \cdot H = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2}$.</p> <p>49. <i>Умови рівноваги тіл</i>: для рівноваги тіл необхідне виконання двох умов</p> <p>1) векторна сума прикладених до тіл сил повинна дорівнювати нулю</p> $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = \sum \vec{F}_i = 0;$ <p>2) векторна сума моментів прикладених до тіла сил (відносно осі або точки) повинна дорівнювати нулю $\vec{M}_1 + \vec{M}_2 + \vec{M}_3 + \dots = \sum \vec{M}_i = 0$.</p> <p>50. <i>Рівновага</i> – стан тіла, за якого в розглядуваній системі відліку відсутнє переміщення будь-якої його точки під дією прикладених до нього сил. Рівновага буває стійкою, нестійкою і байдужою.</p>
<p>Елементи механіки рідин та газів. Тиск. Закон Паскаля для рідин та газів. Атмосферний тиск. Тиск нерухомої рідини на дно і стінки посудини. Архімедова сила. Умови плавання тіл.</p>	<p>51. <i>Тиск</i> – скалярна фізична величина, обумовлена дією сили F на поверхню площею S</p> $p = \frac{F}{S}$ <p>одиницю тиску $\frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$ називають <i>паскаль</i> (1 Па).</p> <p>52. <i>Закон Паскаля</i> – в рідинах і газах тиск передається у всі сторони однаково.</p> <p>53. <i>Атмосферний тиск</i> - тиск, з яким атмосфера Землі діє на земну поверхню і всі тіла, що на ній розташовані.</p> <p>54. Внаслідок притягання до Землі рідина тисне на дно і стінки посудини</p> $p = p_o + \rho gh,$ <p>де p_o – зовнішній тиск на рідину (наприклад, атмосферний), ρ- густина рідини, g- прискорення вільного падіння, h- висота стовпа рідини.</p> <p>55. <i>Закон Архімеда</i> – на тіло занурене в рідину або газ діє виштовхувальна сила (<i>сила Архімеда</i>), яка направлена вертикально вгору і чисельно рівна вазі рідини або газу, витісненої тілом.</p> $F_A = \rho V g ,$ <p>де ρ – густина рідини або газу, V - частина об'єму тіла занурена в середовище, g - прискорення вільного падіння.</p> <p>56. <i>Умови плавання тіл</i> – суцільні тіла плавають в рідині, якщо їх густина менше густини рідини.</p>
<p>Закони збереження в механіці. Імпульс</p>	<p>57. <i>Імпульс тіла</i> – векторна фізична величина, яка характеризує стан руху тіла, чисельно рівна добутку швидкості на масу тіла</p> $\vec{p} = m\vec{v}$

<p>тіла. Закон збереження імпульсу. Реактивний рух.</p>	<p>Розмірність імпульсу $\frac{\text{кг}\cdot\text{м}}{\text{с}}$.</p> <p>58. <i>Закон збереження імпульсу</i> – у замкнутій (ізолюваній) системі сума імпульсів тіл за будь-яких взаємодій між ними залишається сталою</p> $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \vec{p}_3 + \dots + \vec{p}_n = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2 + \dots + \vec{p}'_n$ <p>59. <i>Реактивний рух</i> – рух, що виникає внаслідок відкидання частини маси тіла. При такому русі виконується закон збереження імпульсу початкової системи</p> $(M - m)V + mv = 0 \rightarrow V = -\frac{mv}{M - m}$ <p>швидкість V направлена проти руху відкинутого тіла.</p>
<p>Механічна робота. Кінетична та потенціальна енергія. Закон збереження енергії в механічних процесах.</p>	<p>60. <i>Механічна робота</i> – скалярна фізична величина, чисельно рівна скалярному добутку сили на величину зміщення, на якому діяла дана сила</p> $A = \vec{F} \cdot \vec{\Delta x} = F \cdot \Delta x \cdot \cos(\alpha)$ <p>Розмірність роботи $\text{Н} \cdot \text{м} = \frac{\text{кг}\cdot\text{м}^2}{\text{с}^2}$ і одиниця в системі СІ називається <i>джоуль</i> (1 Дж).</p> <p>61. <i>Кінетична енергія</i> тіла – скалярна фізична величина, яка визначається рухом тіла</p> $E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m}$ <p>Розмірність енергії і роботи співпадають.</p> <p>62. <i>Потенціальна енергія</i> – скалярна величина, яка визначається взаємним розміщенням взаємодіючих тіл</p> <p>а) потенціальна енергія тіла на висоті h в полі тяжіння Землі</p> $E_{\text{п}} = mgh$ <p>б) потенціальна енергія деформованої пружини</p> $E_{\text{п}} = \frac{k \cdot \Delta x^2}{2}$ <p>63. <i>Закон збереження енергії</i> в механічних процесах – у довільний момент руху повна енергія тіла є величиною сталою</p> $E_k + E_{\text{п}} = E'_k + E'_{\text{п}}$
<p>Потужність. Коефіцієнт корисної дії. Прості механізми.</p>	<p>64. <i>Потужність</i> – скалярна фізична величина, що характеризує швидкість виконання роботи (робота, що виконується за одиницю часу)</p> $N = \frac{A}{\Delta t} = \frac{F \cdot s}{\Delta t} = F \cdot v,$ <p>де A – робота, виконана за проміжок часу Δt. Одиниця потужності називається <i>ват</i> (1 Вт).</p> <p>65. <i>Коефіцієнт корисної дії</i> – вказує, яка частина виконаної механізмом роботи є корисною</p> $\eta = \frac{A_k}{A} \cdot 100\%,$ <p>A_k – корисна робота, A – повна виконана робота.</p>

	<p>66. <i>Прості механізми</i> – пристрої, що дають можливість виконати роботу прикладаючи меншу силу (або змінити напрям прикладання сили на більш зручний). Традиційно виділяють шість простих механізмів:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Важіль ○ Колесо ○ Блок ○ Похила площина ○ Клин ○ Гвинт
<p>Механічні коливання і хвилі. Коливальний рух. Вільні механічні коливання. Гармонічні коливання. Зміщення, амплітуда, період, частота і фаза гармонічних коливань. <i>Зв'язок гармонічних коливань і руху тіла по колу.</i></p>	<p>67. <i>Коливальний рух</i> – коли тіло періодично повертається до початкового стану. Характеризується <i>періодом</i> коливань T, сек; <i>частотою</i> коливань ν, сек⁻¹ \equiv Гц (також вживають циклічну частоту $\omega=2\pi\nu$), <i>амплітудою</i>.</p> <p>68. <i>Вільні механічні коливання</i> – коли до тіла не підводять зовні енергію.</p> <p>69. <i>Гармонічні коливання</i> – які описуються синусоподібною функцією (зміщення тіла $x(t)$)</p> $x(t) = A \cdot \sin(\omega t + \alpha) ,$ <p>де A – амплітуда коливань, ω – циклічна частота, α – <i>початкова фаза</i>. Величину $\omega t + \alpha$ називають <i>фазою коливань</i>.</p> <p>70. <i>Рівномірний рух по колу і гармонічні коливання</i>. Рівномірний рух по колу (дивись формули 12-17) можна представити як коливний рух по двом взаємно ортогональним осям</p> $x(t) = R \cdot \sin(\omega t + \alpha)$ $y(t) = R \cdot \cos(\omega t + \alpha)$
<p>Коливання вантажу на пружині. Математичний маятник, період коливань математичного маятника. Перетворення енергії при гармонічних коливаннях. Вимушені механічні коливання. Явище резонансу.</p>	<p>71. <i>Коливання вантажу на пружині</i> має наступні параметри</p> $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} , \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} ,$ <p>де k – жорсткість пружини, m – маса вантажу.</p> <p>72. <i>Математичний маятник</i> – коливання матеріального точкового тіла на невагомій нерозтяжній нитці. Кутова частота і період коливань задаються формулами</p> $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} , \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} ,$ <p>де l – довжина маятника, g – прискорення вільного падіння.</p> <p>73. <i>Перетворення енергії при гармонічних коливаннях</i> – сума кінетичної і потенціальної енергії тіла є стала величина рівна значенню заданому в початковий момент тілу, що коливається.</p> $E_K + E_{\Pi} = const$ <p>В точках повороту (де швидкість тіла рівна нулю) вся енергія переходить в потенціальну, а в точці рівноваги кінетична енергія досягає максимального значення (потенціальна енергія рівна нулю).</p> <p>74. <i>Вимушені коливання</i> – відбуваються під дією періодичної зовнішньої сили</p> $F(t) = F_0 \cdot \sin(\Omega \cdot t).$

	<p>Коливальна система має власну частоту коливань ω. Коли частота зовнішньої сили Ω співпадає з частотою власних коливань ω – настає <i>резонанс</i> в коливальній системі; амплітуда коливань сильно зростає по зрівнянню з не резонансною амплітудою.</p>
<p>Поширення коливань у пружних середовищах. Поперечні та повздовжні хвилі. Довжина хвилі. Зв'язок між довжиною хвилі, швидкістю її поширення та періодом (частотою).</p>	<p>75. В пружних середовищах коливання одної частини викликає коливання сусідніх частин. Процес поширення коливань в пружних середовищах називають <i>хвилею</i>. Хвиля характеризується двома напрямками – напрямом в якому коливаються частинки середовища і напрямом поширення цих коливань. Якщо напрям коливань співпадає з напрямом поширення хвилі – це <i>повздовжні хвилі</i>. Якщо напрям коливань ортогональний напрямку поширення хвилі – це <i>поперечні хвилі</i>.</p> <p>76. Хвиля як і коливання характеризується частотою і періодом коливань, а також <i>довжиною хвилі</i> і <i>швидкістю</i> поширення хвилі.</p> $\lambda = v \cdot T,$ <p>де λ – довжина хвилі, v- швидкість хвилі, T – період хвилі.</p> <p>77. Рівняння хвилі, яка поширюється по осі x</p> $y(x, t) = A \cdot \sin(\omega t - kx),$ <p>де y – величина відхилення тіла коливання, що розташовано в точці x в момент часу t, A – амплітуда коливань, k – хвильове число $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ (порівняй з виразом $\omega = \frac{2\pi}{T}$).</p>
<p>Звукові хвилі. Швидкість звуку. Гучність звуку та висота тону. Інфра- та ультразвук.</p>	<p>78. <i>Звукові хвилі</i> – хвилі з частотою від 16-20 Гц до 20 кГц, які поширюються в газі (повздовжні), рідині (повздовжні) або твердому тілі. Нижчі частоти – це інфразвукові хвилі, вищі частоти – ультразвук. Фізичній характеристиці звуку – частоті – відповідає фізіологічна характеристика – висота тону. Амплітуда звукових коливань задає гучність звуку.</p> <p>79. <i>Швидкість звуку</i> залежить від густини середовища, в якому він розповсюджується ($v_{\text{газ}} < v_{\text{рідина}} < v_{\text{тв.тіло}}$).</p>

II. Молекулярна фізика і термодинаміка

<p>Основи молекулярно-кінетичної теорії. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії та їх дослідне обґрунтування. Маса і розмір молекули. Стала Авогадро. Середня квадратична швидкість теплового руху молекул.</p>	<p>1. <i>Основні положення МКТ:</i> а) речовина складається з молекул – найменших частинок, які мають всі ознаки речовини; доказом молекулярної будови речовини є дифузія, закон збереження маси, кратні відношення і кратні об'єми при хімічних реакціях; б) молекули взаємодіють між собою посередством міжмолекулярних сил, що залежать від відстані між молекулами і мають характер притягання і відштовхування; доказом цього положення є наявність пружності тіл, поверхневого натягу в рідинах; в) молекули знаходяться в неперервному хаотичному (тепловому) русі; доказом теплового руху є броунівський рух, дифузія, випаровування та ін..</p> <p>2. <i>Моль речовини</i> – маса речовини в грамах, що співпадає з відносною молекулярною масою і визначається хімічною формулою речовини. (наприклад, для води H_2O відносна молекулярна маса $M=2 \cdot 1 + 16 = 18$). Моль будь-якої речовини містить одне і те саме число молекул, яке називають <i>числом (сталю) Авогадро</i>. $N_A (= 6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1})$.</p> <p>3. Число молекул у тілі масою m</p> $N = N_A \frac{m}{M}$ <p>де M – молярна маса речовини тіла, N_A – стала Авогадро.</p> <p>4. Маса одної молекули речовини буде рівна</p> $m_o = \frac{m}{N} = \frac{M}{N_A}$ <p>5. Розмір молекули можна оцінити по величині об'єму, який припадає на 1 молекулу</p> $V_o = \frac{V}{N} = \frac{VM}{mN_A} = \frac{M}{\rho N_A}$ <p>і прирівнявши його об'єму шару радіуса r ($V = \frac{4}{3} \pi r^3$). Для молекули води, наприклад, отримаємо $r \approx 1,9 \cdot 10^{-10}$ м.</p> <p>6. Молекули речовини знаходяться в безперервному хаотичному русі із різними швидкостями, які підкоряються певному статистичному розподілу (розподілу Максвелла). Квадратний корінь із середнього квадрата швидкості молекули називають <i>середньою квадратичною швидкістю</i></p> $\overline{v^2} = \frac{3kT}{m_o}, \text{ або } v_{ск} = \sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_o}},$ <p>де m_o – маса молекули, k – стала Больцмана ($= 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К), T – температура речовини.</p>
<p>Ідеальний газ. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеального газу. Температура та її вимірювання. Шкала</p>	<p>7. <i>Ідеальний газ</i> – газ, в якому нехтують взаємодією молекул між собою. Енергія газу складається тільки з кінетичної енергії молекул (відсутня потенціальна енергія взаємодії молекул між собою).</p> <p>8. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії газу: тиск, що створюють молекули газу на стінки посудини становить</p> $p = \frac{1}{3} n m_o \overline{v^2} = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2}$

<p>абсолютних температур.</p>	<p>де n – концентрація молекул газу, m_0 – маса молекули газу (ρ – густина газу), $\overline{v^2}$ – середнє значення квадрату швидкості.</p> <p>9. Фізичний зміст температури в МКТ: <i>температура</i> речовини відображає <i>середню кінетичну</i> енергію молекул, а саме,</p> $\overline{E} = \frac{3}{2} kT$ <p>де k – константа Больцмана, T- абсолютна температура речовини.</p> <p>10. Зв'язок абсолютної температури T і температури в шкалі Цельсія t (градус шкали Цельсія рівний градусу абсолютної шкали температур) $T = t + 273$.</p> <p>11. Внутрішня енергія одноатомного ідеального газу</p> $U = \frac{3}{2} NkT,$ <p>де N-число молекул газу. Зауважте, що внутрішня енергія ідеального газу не залежить від величини об'єму V, який займає газ.</p> <p>12. Зв'язок <i>газової сталої</i> R та константи Больцмана k</p> $R = kN_A$ <p>Чисельне значення газової сталої рівне $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}}$</p>
<p>Рівняння стану ідеального газу. Ізопроееси в газах.</p>	<p>13. Рівняння стану ідеального газу</p> $pV = \frac{m}{M} RT$ <p>або, враховуючи (3), (5) і (12) $p = nkT$.</p> <p>14. Рівняння ізотерми ($T = \text{const}$)</p> $p_1 V_1 = p_2 V_2 = \text{const}$ <p>15. Рівняння ізобари ($p = \text{const}$)</p> $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{const}$ <p>16. Рівняння ізохора ($V = \text{const}$)</p> $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} = \text{const}$
<p>Основи термодинаміки. Тепловий рух. Внутрішня енергія та способи її зміни. Кількість теплоти. Питома теплоємність речовини. Робота в термодинаміці. Закон збереження енергії в теплових процесах (перше начало термодинаміки). Застосування першого начала</p>	<p>17. Оскільки кінетична енергія хаотичного руху молекул визначає температуру речовини, то цей рух ще називають <i>тепловим рухом</i>.</p> <p>18. <i>Внутрішня енергія</i> тіла – це кінетична енергія руху молекул і потенціальна енергія взаємодії молекул між собою. Внутрішню енергію можна змінювати зміною температури тіла (підводом <i>тепла</i>) або зміною об'єму, який займає газ (виконання над газом <i>роботи</i>). Тобто внутрішня енергія тіла однозначно визначається температурою T та об'ємом тіла V, що характеризує його стан $U = U(T, V)$.</p> <p>19. Питома теплоємність – кількість теплоти, яку треба підвести до тіла одиничної маси, щоб підвищити його температуру на один градус</p> $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T},$ <p>де Q – теплота підведена до тіла масою m, ΔT – зміна температури тіла в наслідок підводу тепла.</p>

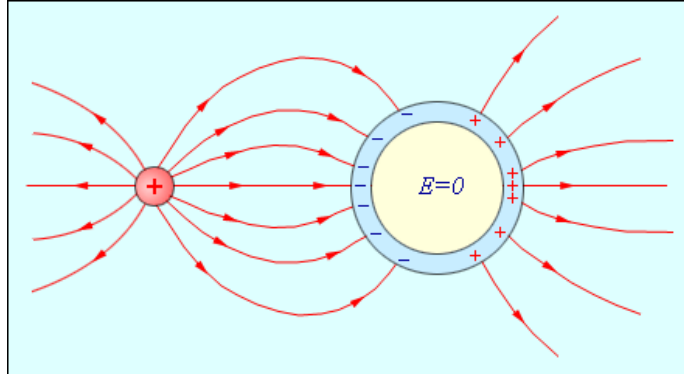
<p>термодинаміки до ізопроцесів. Адіабатичний процес.</p>	<p>20. Робота газу при розширенні (при сталому тиску) $A = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$ На діаграмі термодинамічного процесу в координатах (p, V) робота чисельно рівна площі фігури утвореною лінією процесу, віссю V і лініями, що фіксують зміну об'єму.</p> <p>21. Перше начало термодинаміки: <i>теплота передана тілу іде на збільшення внутрішньої енергії тіла та виконання тілом роботи</i> $Q = \Delta U + A$ ($Q > 0$ – до системи підводять тепло, $Q < 0$ – від системи відводять тепло, $A > 0$ – система виконує роботу, $A < 0$ – над системою виконують роботу).</p> <p>22. <i>Адіабатичний процес</i> – це термодинамічний процес, що відбувається в теплоізольованій системі, тобто за відсутності теплообміну з навколишніми тілами ($Q = 0$).</p>
<p>Незворотність теплових процесів. Принцип дії теплових двигунів. Коефіцієнт корисної дії теплового двигуна і його максимальне значення.</p>	<p>23. Самоплинні теплові процеси є незворотніми (більш нагріті тіла передають теплоту менш нагрітим тілам, а не навпаки).</p> <p>24. При роботі теплового двигуна до нього підводиться від нагрівника теплота $Q_{\text{п}}$, частина якої перетворюється двигуном в роботу A, а частина тепла q віддається зовнішньому охолоджувачу.</p> <p>25. Коефіцієнт корисної дії теплової машини $\eta = \frac{A}{Q_{\text{п}}}$ де $Q_{\text{п}}$ – теплота <i>підведена</i> в циклі, A – робота виконана за цикл ($A = Q_{\text{п}} - q$). На діаграмі термодинамічного циклу робота теплової машини за цикл чисельно рівна площі, обмеженої графіком циклу.</p> <p>26. Коефіцієнт корисної дії циклу Карно (дві ізотерми і дві адіабати) не залежить від природи робочого тіла, а визначається тільки температурами нагрівника і холодильника $\eta = \frac{T_{\text{н}} - T_{\text{х}}}{T_{\text{н}}}$ де $T_{\text{н}}$ і $T_{\text{х}}$ – температури нагрівника і холодильника.</p> <p>27. Ккд циклу Карно має максимальне значення серед всіх циклів, які працюють між тими ж температурами.</p>
<p>Властивості газів, рідин і твердих тіл. Пароутворення (випаровування та кипіння). Конденсація. Питома теплота пароутворення. Насичена та ненасичена пара, їхні властивості.</p>	<p>28. <i>Пароутворення</i> – перехід рідини у газоподібний стан, може відбуватися з вільної поверхні рідини або всередині її об'єму, під час <i>кипіння</i>.</p> <p>29. Для випаровування рідини маси m під час кипіння необхідно підвести теплоту $Q = r \cdot m$ де r – <i>питома теплота пароутворення</i> (вимірюється в Дж/кг). Кипіння відбувається при сталій температурі.</p> <p>30. <i>Конденсація</i> – зворотній процес до пароутворення. При конденсації виділяється така ж кількість теплоти.</p> <p>31. <i>Насичена пара</i> знаходиться в термодинамічній рівновазі з рідиною – середня кількість молекул, які вилітають з рідини рівна середній кількості молекул, які з пари влітають в</p>

<p>Відносна вологість повітря та її вимірювання.</p>	<p>рідину. При <i>ненасиченій парі</i> така рівновага порушена в ту чи іншу сторону.</p> <p>32. <i>Відносна вологість повітря</i> – це відношення парціального тиску водяної пари p до тиску насиченої пари p_n за тієї самої температури</p> $\varphi = \frac{p}{p_n} 100\%$
<p>Плавлення і тверднення тіл. Питома теплота плавлення. Теплота згорання палива. Рівняння теплового балансу для найпростіших теплових процесів.</p>	<p>33. Для <i>плавлення</i> кристалічного тіла маси m необхідно підвести теплоту при сталій температурі</p> $Q = \lambda \cdot m$ <p>де λ – <i>питома теплота плавлення</i> (вимірюється в Дж/кг).</p> <p>34. <i>Тверднення</i> тіл відбувається при сталій температурі з виділенням такої ж кількості тепла.</p> <p>35. При згоранні маси палива m виділяється теплота</p> $Q = q \cdot m,$ <p>де q – <i>питома теплота згорання</i> (вимірюється в Дж/кг).</p> <p>36. Щоб перетворити рідину маси m у пару, потрібно підвести теплоту Q_1 для нагрівання рідини до температури кипіння, потім підвести теплоту Q_2 для перетворення рідини в пару</p> $Q = Q_1 + Q_2 = cm\Delta t + rm.$ <p>37. Для розплавлення тіла маси m потрібно спочатку нагріти його до температури плавлення, а потім підводити теплоту плавлення</p> $Q = Q_1 + Q_2 = cm\Delta t + \lambda m.$
<p>Поверхневий натяг рідин. Сила поверхневого натягу. Змочування. Капілярні явища.</p>	<p>38. Молекули поверхневого шару рідини мають надлишкову потенціальну енергію U_n, яку називають <i>поверхневою енергією</i>. Величину відношення поверхневої енергії до площі поверхні S називають <i>поверхневим натягом</i> σ</p> $\sigma = \frac{U_n}{S}$ <p>одиниці вимірювання - Дж/м².</p> <p>39. <i>Сила поверхневого натягу</i> $F = \sigma \cdot l$, де l – довжина лінії змочування.</p> <p>40. Додатковий тиск в рідині зі сферичною поверхнею (лапласівський тиск)</p> $p_l = \frac{2\sigma}{R}$ <p>де σ – коефіцієнт поверхневого натягу рідини, R – радіус кривизни поверхні.</p> <p>41. Висота рівня рідини (густини ρ) в капілярі радіуса r</p> $h = \frac{2\sigma}{\rho g r}$ <p>де g – прискорення вільного падіння.</p>
<p>Кристалічні та аморфні тіла. Механічні властивості твердих тіл. Види</p>	<p>42. В <i>кристалічних тілах</i> молекули впорядковано розміщені на значних відстанях (метали, кухонна сіль, цукор, алмаз,...).</p> <p>43. В <i>аморфних тілах</i> молекули розташовані без певного порядку (скло, віск, пластмаса,...).</p> <p>44. Тверді тіла називають <i>пружними</i>, якщо після припинення дії зовнішніх сил тіло повністю відновлює свою форму і</p>

<p>деформацій. Модуль Юнга.</p>	<p>пластичними, коли тіло зберігає (частково чи повністю) спричинену деформацію.</p> <p>45. <i>Крихкість</i> - властивість тіла руйнуватися при незначних деформаціях. <i>Твердість</i> характеризує спротив пластичних тіл до деформації.</p> <p>46. Розрізняють такі деформації - <i>розтяг</i> і <i>стискання</i>, деформацію <i>згину</i>, <i>крутіння</i>, <i>зсуву</i>.</p> <p>47. Деформації розтягу і стискання пружних тіл описуються законом Гука</p> $F = -k\Delta l$ <p>де Δl – величина деформації, k – коефіцієнт жорсткості тіла.</p> <p>48. Коефіцієнт жорсткості залежить від площі поперечного перерізу S та початкової довжини тіла l</p> $k \sim \frac{S}{l}, \text{ або } k = E \frac{S}{l}$ <p>де E - модуль Юнга.</p>
---------------------------------	---

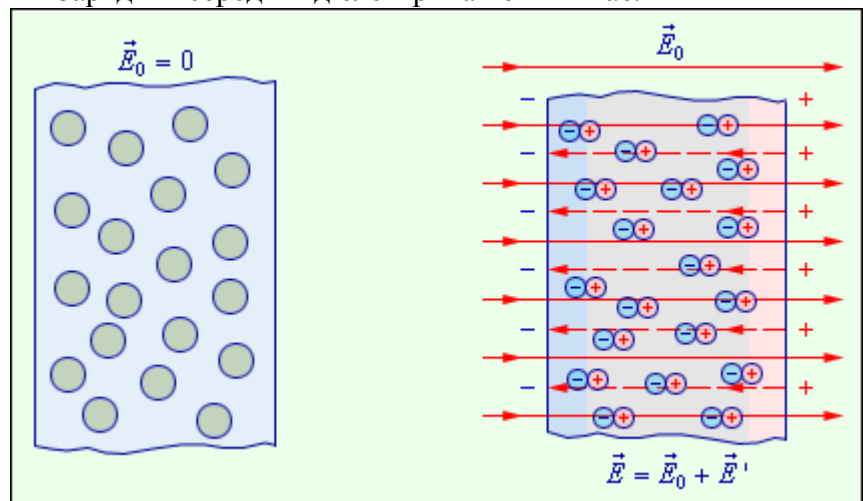
III. Електродинаміка	
<p>Основи електростатики. Електричний заряд. Закон збереження електричного заряду. Закон Кулона.</p>	<p>1. <i>Електричні заряди</i> бувають двох типів. Умовно один тип називають додатнім, а другий від'ємним. Оскільки однойменні заряди відштовхуються, а різнойменні притягаються, то умовна інтерпретація зарядів виявилася математично зручною при записі закону взаємодії зарядів. Прийнято вважати, що заряд електрона - від'ємний. В системі одиниць СІ заряд вимірюється в <i>кулонах</i> 1 Кл.</p> <p>2. Оточуючі нас тіла у звичайному стані є електрично нейтральними. Якщо одне тіло набуває певного заряду одного типу, то обов'язково інше тіло (або тіла) набувають заряду другого типу. Цей факт формулюється як <i>закон збереження заряду</i>.</p> <p>3. <i>Закон Кулона</i> – між двома зарядами діє сила, пропорційна величинам зарядів і обернено пропорційна квадрату відстані між зарядами</p> $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ <p>В системі одиниць СІ стала $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$ і записується у вигляді $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$, де величина ϵ_0 називається електричною сталою ($\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$).</p>
<p>Електричне поле. Напруженість електричного поля. Принцип суперпозиції полів.</p>	<p>4. При вивченні електричних явищ виявилось зручним введення поняття електричного поля. А саме, формулу закону Кулона інтерпретують таким чином, що один заряд Q (його називають зарядом – джерелом поля) створює в кожній точці простору (яка визначається радіус – вектором \vec{r}) електричне поле, яке характеризується вектором напруженості $\vec{E}(\vec{r})$, а другий заряд q (його називають пробним зарядом) взаємодіє в даній точці з даним полем. Тобто</p> $\vec{E}(\vec{r}) = k \frac{Q}{r^2} \cdot \hat{r}, \quad \vec{F} = \vec{E} \cdot q,$ <p>де \hat{r} – одиничний вектор з напрямом радіус-вектора \vec{r}. На практиці напруженість електричного поля визначають по силі, яка діє на пробний заряд</p> $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ <p>5. Принцип суперпозиції полів означає, що якщо у нас є система зарядів Q_1, Q_2, \dots, Q_n то у вибраній точці простору з радіус вектором \vec{r} дана система зарядів створює електричне поле, рівне векторній сумі полів кожного заряду в цій точці</p> $\vec{E}(\vec{r}) = \vec{E}_1(\vec{r}) + \vec{E}_2(\vec{r}) + \dots + \vec{E}_n(\vec{r})$ <p>6. Поле рівномірно зарядженої пластини, поле двох різнойменно заряджених пластин, поле однойменно заряджених пластин</p>
<p>Провідники та діелектрики в електричному полі.</p>	<p>7. В провідниках наявні вільні носії заряду (електрони). Якщо провідник помістити в електричне поле, то на електрони буде діяти сила. Під дією даної сили вільні електрони розподіляються по поверхні провідника таким чином, щоб компенсувати електричне поле всередині провідника. Тобто</p>

поле в середині провідника рівне нулю, а на поверхні провідника з'являється поверхневий заряд σ (вимірюється в Кл/м²). Де на поверхні є надлишок електронів – там поверхневий заряд від'ємний, де нестача електронів – там поверхневий заряд додатний. Силкові лінії поля перпендикулярні до поверхні провідника, внесеного в електричне поле.



Провідник в електричному полі.

8. В ідеальному діелектрику вільних зарядів нема зовсім. Але якщо діелектрик внести в зовнішнє електричне поле E_0 , то нейтральні молекули діелектрика поляризуються (деформуються) так, що зв'язані електрони в молекулі змістяться в сторону додатного заряду – джерела зовнішнього поля (проти напрямку напруженості зовнішнього поля). На поверхні діелектрика утворяться поверхневі заряди (протилежного знака на протилежних поверхнях), які ослабляють електричне поле в середині діелектрика E_D . Відношення $\varepsilon = \frac{E_0}{E_D}$ називають діелектричною проникністю. Зарядів в середині діелектрика не виникає.



Діелектрик в зовнішньому електричному полі

Робота електричного поля при переміщенні заряду. Потенціал і різниця потенціалів. Напруга.

9. При переміщенні пробного заряду в електричному полі робота електричного поля залежить тільки від початкової і кінцевої точок руху і не залежить від форми траєкторії, по якій пробний заряд переноситься із однієї точки в іншу. Це твердження подібне до висновку щодо роботи сили тяжіння. Поля, в яких робота не залежить від форми траєкторії, а

<p>Зв'язок між напругою і напруженістю однорідного електричного поля.</p>	<p>визначається тільки положенням початкової і кінцевої точок, називаються потенціальними.</p> <p>10. Два точкові заряди в вакуумі на відстані r один від одного мають потенціальну енергію</p> $E_{\Pi} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 q_2}{r} .$ <p>Порівняйте із законом Кулона (формула 3). Обидва вирази відрізняються тільки степенем при r. Аналогічно до формули 4, можна ввести потенціальне поле</p> $\varphi(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r} ,$ <p>(Одиниця вимірювання потенціалу – <i>вольт</i>, 1 В). Тоді потенціальна енергія пробного заряду q в полі рівна</p> $E_{\Pi} = \varphi(r) \cdot q ,$ <p>а роботу по переносу заряду з точки r_A в точку r_B можна отримати по формулі</p> $A = (\varphi(r_A) - \varphi(r_B)) \cdot q = \Delta\varphi \cdot q .$ <p>(Порівняйте з виразом для роботи сили тяжіння $A = mg(h_1 - h_2)$).</p> <p>11. На практиці попередня формула є зручною для вимірювання різниці потенціалів</p> $\Delta\varphi = \frac{A}{q} .$ <p>Різницю потенціалів ще називають <i>напругою</i></p> $U = \Delta\varphi .$ <p>12. В однорідному електричному полі напруженість поля і різниця потенціалів зв'язані співвідношенням</p> $E = \frac{\Delta\varphi}{d} ,$ <p>де d – відстань між точками, для яких задана різниця потенціалів. Дана формула визначає одиниці напруженості електричного поля $\frac{В}{м}$.</p>
<p>Електроємність. Конденсатори. Електроємність плоского конденсатора. З'єднання конденсаторів.</p>	<p>13. При нанесенні електричного заряду на провідник, останній отримує певний потенціал, який залежить від форми провідника. Відношення заряду до потенціалу називають <i>електроємністю провідника</i></p> $C = \frac{Q}{\varphi} .$ <p>Одиницю вимірювання електроємності $\frac{Кл}{В}$ називають <i>фарадою</i>, Ф (в честь Фарадея).</p> <p>14. <i>Конденсатор</i> – це система із двох провідників, розділених діелектриком. Провідникам (найчастіше це пластини) надають однаковий по величині зарядів Q, але протилежних за знаком. Ємність конденсатора визначається формулою</p> $C = \frac{Q}{\Delta\varphi} ,$ <p>де $\Delta\varphi$ – різниця потенціалів між провідниками.</p> <p>15. Плоский конденсатор, який утворений двома пластинами площею S на відстані d одна від одної з діелектриком</p>

	<p>(діелектрична проникність ε) між собою має електричну ємність</p> $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}.$ <p>16. При паралельному з'єднанні конденсаторів ємність батареї конденсаторів буде</p> $C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n,$ <p>а при послідовному з'єднанні</p> $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}.$
<p>Енергія електричного поля.</p>	<p>17. Енергію конденсатора можна виразити через різницю потенціалів, заряд і напруженість електричного поля</p> $W_E = \frac{C \cdot (\Delta\varphi)^2}{2} = \frac{Q^2}{2C} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2} \cdot V,$ <p>де $V=S \cdot d$ – об'єм, між обкладинками конденсатора. Останній варіант формули вказує <i>густину енергії електричного поля</i></p> $w = \frac{W_E}{V} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2}.$
<p>Закони постійного струму. Електричний струм. Умови існування електричного струму. Сила струму. Закон Ома для ділянки кола. Опір провідників. Послідовне та паралельне з'єднання провідників. Електрорушійна сила. Закон Ома для повного кола. Робота і потужність електричного струму. Закон Джоуля-Ленца.</p>	<p>18. <i>Електричний струм</i> – напрямлений рух заряджених частинок. Умовою існування струму є наявність різниці потенціалів (напруги) в провіднику. За напрям струму вибирають напрям руху додатних зарядів.</p> <p>19. <i>Сила струму</i> визначається величиною заряду, який проходить через переріз провідника за одиницю часу</p> $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}.$ <p>Одиницю струму називають ампером $1 \text{ A} = \frac{\text{Кл}}{\text{с}}$.</p> <p>20. <i>Закон Ома для ділянки кола</i> зв'язує силу струму, в провіднику з величиною напруги, яка визиває даний струм</p> $I = \frac{U}{R},$ <p>де R – опір провідника (вимірюється в омах, Ом; $1 \text{ Ом} = \frac{\text{В}}{\text{А}}$).</p> <p>21. Опір провідників залежить від площі поперечного перерізу S, довжини l та матеріалу, з якого виготовлений провідник</p> $R = \rho \frac{l}{S},$ <p>де ρ – питомий опір речовини провідника ($\frac{\text{Ом} \cdot \text{м}^2}{\text{м}} = \text{Ом} \cdot \text{м}$).</p> <p>22. При <i>послідовному</i> з'єднанні провідників результуючий опір</p> $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n,$ <p>при <i>паралельному</i> з'єднанні</p> $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}.$ <p>23. <i>Електрорушійна сила джерела струму</i> – це сторонні (не електричні, а, наприклад, хімічні) сили які переносять заряди в напрямі, протилежному дії електричного поля. Відношення роботи сторонніх сил джерела струму до величини заряду називають електрорушійною силою</p>

	$\mathcal{E} = \frac{A_{\text{стор}}}{q}$ <p>Вимірюється в вольтах, V. Джерело струму має невеликий власний внутрішній опір r.</p> <p>24. Закон Ома для повного кола</p> $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r},$ <p>де R – зовнішній опір в колі, r – внутрішній опір джерела струму. Якщо опір зовнішньої частини кола прямує до нуля, тоді говорять про струм короткого замикання</p> $I_{\text{max}} = \frac{\mathcal{E}}{r}.$ <p>25. Закон Джоуля – Ленца: при проходженні струму через провідник за час Δt в ньому виділяється тепло</p> $Q = I^2 R \Delta t = IU \Delta t.$ <p>26. Потужність електричного струму</p> $P = IU,$ <p>робота електричного струму</p> $A = IU \Delta t.$
<p>Електричний струм у різних середовищах. Електричний струм у металах. Електронна провідність металів. Залежність опору металів від температури. Надпровідність.</p>	<p>27. <i>Носіями струму у металах є електрони провідності</i> (від'ємно зарядженні). За напрям струму вважають напрям руху додатних зарядів.</p> <p>28. <i>Провідністю</i> називають величину обернену опору провідника</p> $G = \frac{1}{R} = \frac{1 S}{\rho L} = \sigma \frac{S}{L},$ <p><i>Питома провідність</i> – величина, обернена питомому опору і пропорційна концентрації електронів провідності та довжині вільного пробігу електронів в провіднику</p> $\sigma = \frac{1}{\rho} \sim n \cdot \bar{\lambda}$ <p>вимірюється в сименсах на метр, См/м ($1 \text{См} = \text{Ом}^{-1}$).</p> <p>29. Із збільшенням температури провідника його опір зростає</p> $R = R_0(1 + \alpha \Delta t^{\circ}),$ <p>де α – температурний коефіцієнт опору даного матеріалу.</p> <p>30. <i>Надпровідність</i> – явище зникнення опору в деяких провідниках при наднизькій температурі T_n. При температурах нижче даної опір провідника рівний нулю.</p>
<p>Електричний струм у вакуумі. Термоелектронна емісія. Діод. Електронно-променева трубка.</p>	<p>31. У вакуумі електричний струм переноситься <i>електронами</i> від <i>термоелектронної емісії</i> – явища виникнення електронної хмаринки навколо провідника при його нагріванні. Джерело електронів в електровакуумних приладах називають катодом.</p> <p>32. <i>Діод</i> – прилад (вакуумний діод, напівпровідниковий діод), який пропускає струм в одному напрямі і не пропускає у зворотному.</p> <p>33. <i>Електронно-променева трубка</i> – прилад з одним або декількома керованими електронними пучками. Застосовується в осцилографах, телевізійних приймачах.</p>

Електричний струм у газах. Несамостійний і самостійний розряди. Поняття про плазму.

34. Носіями струму у газах можуть бути *електрони* та *іони* обох знаків.
35. Якщо електропровідність газу створюється зовнішнім іонізатором (полум'ям, радіоактивним препаратом,...), то струм у газі називають *несамостійним газовим розрядом*. Вольт-амперна характеристика газового розряду наведено нижче на рисунку.

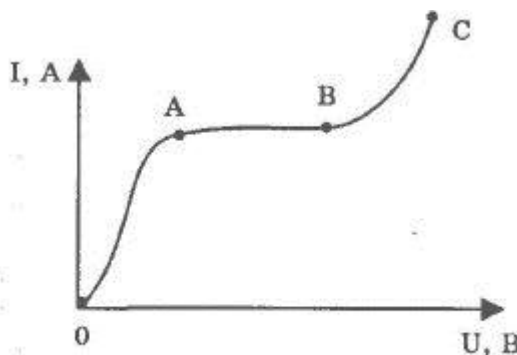


Рис. 54

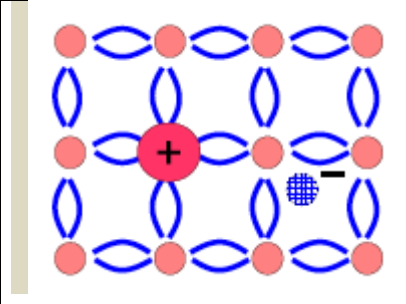
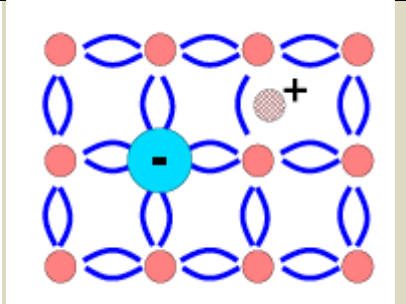
На ділянці 0-А збільшення напруги за законом Ома все більше зарядів досягають електродів, що дає зростання струму; на ділянці А-В маємо плато насичення – із збільшенням

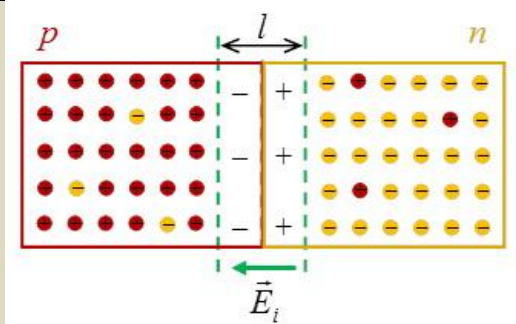
напруги заряд, що попадає на електроди за одиницю часу майже не змінюється; на ділянці В-С електрони і іони набувають енергії достатньої для ударної іонізації нейтральних атомів (молекул), що призводить до зростання струму. Струм у цьому випадку буде продовжуватись і тоді, якщо забрати зовнішній іонізатор. Тому такий розряд у газі називають *самостійним*.

36. Види самостійних розрядів:
- тліючий розряд* – виникає при низьких тисках газу. Майже вся трубка світиться однорідним світлом;
 - електрична дуга* – при сильному наближенні двох провідників, підключених до потужних джерел струму виникає термоелектронна емісія і виникає сильний струм. Якщо провідники розсунути на невелику відстань то виникає газовий розряд у формі дуги (сила струму в дузі сотні – тисячі ампер, температура 3500-7000°C). Використовується для зварки металів;
 - коронний розряд* – виникає за атмосферного тиску біля загострених чи тонких заряджених провідників, коли напруженість електричного поля біля них досягає $3 \cdot 10^6 \frac{В}{м}$. Таке свічення нагадує корону;
 - іскровий розряд* – виникає, коли короткочасно замикають провідником і розмикають контакти джерел струму. Найвідоміший іскровий розряд – блискавка.
37. *Плазма* – це стан газу за високих температур, коли кінетичної енергії теплового руху атомів і молекул достатньо для іонізації газу. Тобто плазма – це суміш електронів, іонів та нейтральних молекул. Хоч плазма і містить заряджені частинки, але в цілому вона нейтральна.

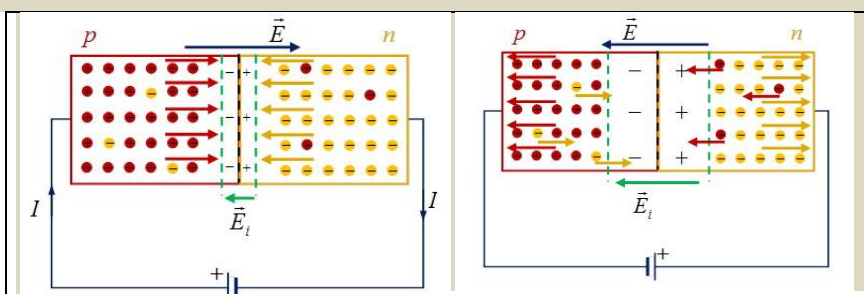
Електричний струм у розчинах і розплавах електролітів. Закони

38. *Електроліти* – речовини, розчин або розплав яких проводить електричний струм в наслідок дисоціації на іони. В електролітах негативні іони називають **аніонами** (рухаються до анода), позитивні – **катіонами** (рухаються до катода).

<p>електролізу. Застосування електролізу.</p>	<p>39. <i>Перший закон електролізу Фарадея</i> – маса речовини, що виділяється під час проходження електричного струму в електролітах на аноді або катоді, прямо пропорційна величині заряду, який при цьому переноситься іонами через електроліт</p> $m = k \cdot q = k \cdot I \cdot \Delta t,$ <p>де m – маса речовини, кг; q – заряд, Кл; k – електрохімічний еквівалент речовини, кг·Кл⁻¹; I – струм, А; Δt – час, с.</p> <p>40. Електрохімічний еквівалент речовини можна виразити через молярну масу речовини M, валентність іону n, елементарний заряд e та сталу Авогадро N_A</p> $k = \frac{M}{neN_A} = \frac{M}{nF},$ <p>де сталу $F = e \cdot N_A$ – називають сталою Фарадея. Останнє співвідношення і становить запис <i>другого закону електролізу</i>.</p>
<p>Електричний струм у напівпровідниках. Власна та домішкова електропровідність напівпровідників. Залежність опору напівпровідника від температури. Електронно-дірковий перехід. Напівпровідниковий діод.</p>	<p>41. <i>Напівпровідники</i> – речовини, які за своїм питомим опором займають проміжне місце між провідниками і діелектриками.</p> <p>42. <i>Власна електропровідність</i> – має місце у чистому (без домішок) напівпровіднику і створена вільними електронами (n – <i>провідність, negative</i>) та електронами ковалентного зв'язку (дірками) – p- <i>провідність (positive)</i>. Кількість вільних електронів і дірок тут однакова.</p> <p>43. <i>Домішкова електропровідність</i> – виникає в напівпровідниках із домішками відмінної валентності. Домішки більшої валентності (донори) дають у кристалі надлишкові вільні електрони. Такі напівпровідники отримали назву напівпровідники n-типу. Домішки меншої валентності (акцептори) дають у кристалі надлишкові дірки. Такі напівпровідники отримали назву напівпровідники p-типу.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Напівпровідник n-типу</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Напівпровідник p-типу</p> </div> </div> <p>44. <i>Опір напівпровідників при нагріванні зменшується</i>. Тепловий рух іонів ґратки створює додаткові вільні електрони (і дірки) провідності, що збільшує їх провідність.</p> <p>45. З'єднання поверхонь двох напівпровідників p-типу і n-типу утворює <i>електронно-дірковий перехід (p-n-перехід)</i>. Електрони із n-типу дифундують в частину p-типу і на межі двох напівпровідників виникають два шари об'ємного заряду різних знаків, які перешкоджають подальшій дифузії електронів.</p>



46. При подачі напруги - такий перехід пропускає струм тільки в одному напрямі (коли на p -напівпровідник подати позитивний полюс джерела струму, а на n -напівпровідник – від’ємний полюс). Напівпровідниковий прилад, який має властивість пропускати струм в одному напрямку називають *діодом*.



Пряме включення p - n -переходу

Обернене включення p - n -переходу

Магнітне поле, електромагнітна індукція. Взаємодія струмів. Магнітне поле. Магнітна індукція. Закон Ампера. Сила Лоренца.

47. Два паралельних провідники із струмом взаємодіють між собою із силою пропорційною величинам струму в провідниках та їх довжині l і обернено пропорційною відстані між провідниками (закон Ампера)

$$F = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{r} \cdot l,$$

де μ_0 – магнітна стала, значення якої $12,56 \cdot 10^{-7} \frac{\text{Н}}{\text{А}^2}$.

48. По аналогії із законом Кулона, один із струмів можна інтерпретувати як джерело магнітного поля, яке характеризується величиною, названою *магнітною індукцією* B , а інший пробний струм - взаємодіє з даним полем

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r}, \quad F = I_{\text{п}} \cdot B \cdot l.$$

Величина магнітної індукції визначається тільки струмом, який створює магнітне поле. В системі СІ одиницю вимірювання магнітної індукції $\frac{\text{Н}}{\text{А}\cdot\text{м}}$ називають *тесла* (Тл). На практиці величину магнітної індукції поля визначають по величині сили, яка діє на одиницю довжини пробного струму

$$B = \frac{F}{I_{\text{п}}}.$$

49. Для випадку магнітного поля необхідно враховувати векторну природу струмів. Найбільш компактно векторні величини поля і сили виражаються через векторний добуток

$$\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{r} \cdot [\vec{j} \times \hat{r}], \quad \vec{F} = [\vec{I}_{\text{п}} \times \vec{B}] \cdot l,$$

де \vec{j} – одиничний вектор, що співпадає з напрямом струму – джерела магнітного поля, \vec{I}_n – вектор пробного струму.

50. *Силою Ампера* називають силу, яка діє на провідник із струмом розміщений в однорідне магнітне поле

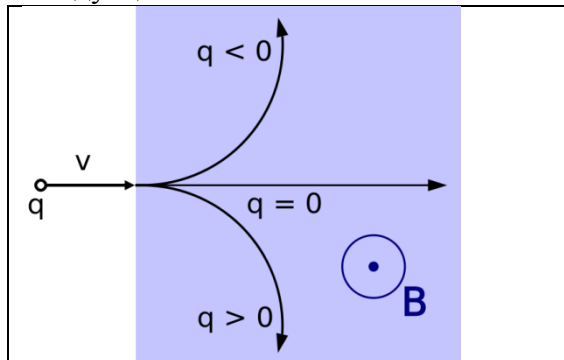
$$\vec{F}_A = [\vec{I} \times \vec{B}] \cdot l = I \cdot B \cdot l \cdot \sin(\alpha),$$

де α - кут між напрямом струму у провіднику і напрямом вектора магнітної індукції.

51. *Силою Лоренца* називають силу, яка діє на електричний заряд q , що рухається із швидкістю \vec{V} в магнітному полі

$$\vec{F}_L = q[\vec{V} \times \vec{B}], \quad F_L = q \cdot V \cdot B \cdot \sin(\alpha),$$

де α - кут між напрямом швидкості заряду і напрямом вектора магнітної індукції.



Траєкторія частинки в магнітному полі

Магнітні властивості речовини. Магнітна проникність. Феромагнетики. Магнітний потік. Явище електромагнітної індукції. Закон електромагнітної індукції. Правило Ленца. Явище самоіндукції. Індуктивність. Енергія магнітного поля

52. В *діамагнетиках* магнітна індукція менша за магнітну індукцію зовнішнього поля

$$B_d < B_0, \quad \mu_d = \frac{B_d}{B_0} < 1.$$

Відношення магнітної індукції в речовині до магнітної індукції зовнішнього поля називають *магнітною проникністю* речовини. Для *діамагнетиків* магнітна проникність менша за одиницю. В *парамагнетиках* індукція магнітного поля більша за індукцію зовнішнього поля

$$B_p > B_0, \quad \mu_p = \frac{B_p}{B_0} > 1.$$

В *діамагнетиках* і *парамагнетиках* магнітна проникність не сильно відрізняється від одиниці. А от в *феромагнетиках* зовнішнє магнітне поле посилюється в десятки – тисячі разів $\mu_f \gg 1$.

53. *Магнітний потік* – скалярна фізична величина рівна добутку значення магнітної індукції на площу поверхні, утвореною замкнутою петлею провідника

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\alpha) = (\vec{B} \cdot \vec{S}),$$

де α - кут між вектором магнітної індукції та нормаллю до поверхні петлі. Одиницю магнітного потоку в системі СІ називають *вебером* (Вб). $1 \text{ Вб} = 1 \text{ Тл} \cdot 1 \text{ м}^2$.

54. *Явище електромагнітної індукції* полягає у виникненні електрорушійної сили в провідниках при зміні магнітного потоку (завдяки зміні магнітного поля, або зміні величини або форми площі, яку охоплює провідник у магнітному полі)

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$

55. *Правило Ленца*: Індукційний струм, який виникає в замкнутому провіднику, має такий напрямок, що його магнітне поле компенсує ту зміну магнітного потоку, яка викликала цей струм.

56. *Явище самоіндукції* – виникнення електрорушійної сили в провіднику при зміні електричного струму в ньому

$$\mathcal{E}_{CI} = -\frac{L\Delta I}{\Delta t},$$

де L - індуктивність провідника (катушки). У системі одиниць СІ індуктивність вимірюють в генрі (Гн), $1 \text{ Гн} = \frac{\text{В}\cdot\text{с}}{\text{А}}$.

57. Магнітний потік в катушці пропорційний силі струму в ній

$$\Phi = L \cdot I.$$

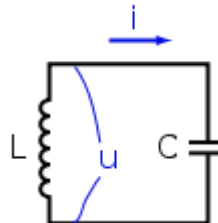
58. Енергія магнітного поля провідника зі струмом

$$W_M = \frac{LI^2}{2} = \frac{B^2}{2\mu\mu_0} \cdot V.$$

IV. Електромагнітні коливання і хвилі. Оптика

Електромагнітні коливання і хвилі.
 Вільні електромагнітні коливання в коливальному контурі.
 Перетворення енергії в коливальному контурі. Власна частота і період електромагнітних коливань.

1. *Коливальний контур* – електричне коло, що складається з котушки індуктивністю L та конденсатора ємністю C . *Вільні електромагнітні коливання* відбуваються в контурі в якому попередньо заряджають конденсатор і в подальшому до контуру не підводять енергію.



2. В контурі попередньо задана електрична енергія конденсатора

$$W_C = \frac{CU^2}{2} = \frac{Q^2}{2C}$$

перетворюється в енергію магнітного поля котушки

$$W_L = \frac{LI^2}{2}$$

коли конденсатор повністю розрядиться, потім знову в енергію електричного поля і т.д. В ідеальному контурі, в якому нема активного опору ($R=0$) такі коливання будуть відбуватися нескінченно довго.

3. Період і частота коливань в ідеальному контурі рівні

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

і називаються *власним періодом* і *власною частотою* контура.

4. Зв'язок сили струму і напруги в ідеальному контурі

$$I_{max} = \frac{U_{max}}{\sqrt{\frac{L}{C}}}$$

Знаменник даного виразу має розмірність опору і називається *хвильовим опором*.

5. Коливання в контурі з активним опором R

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}}$$

і ці коливання будуть затухаючими.

Вимушені електричні коливання. Змінний електричний струм. Генератор змінного струму. Електричний резонанс. Трансформатор. Передача електроенергії на великі відстані.

6. *Вимушені коливання* підтримуються періодичним підведенням енергії ззовні для компенсації втрат.

7. Магнітний потік і електрорушійна сила індукції в рамці що обертається

$$\Phi = BS \cos(\omega t),$$

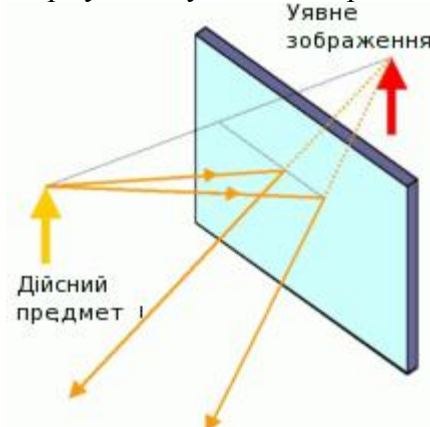
$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = BS\omega \sin(\omega t).$$

8. Змінний струм і напруга в колі лише з активним навантаженням

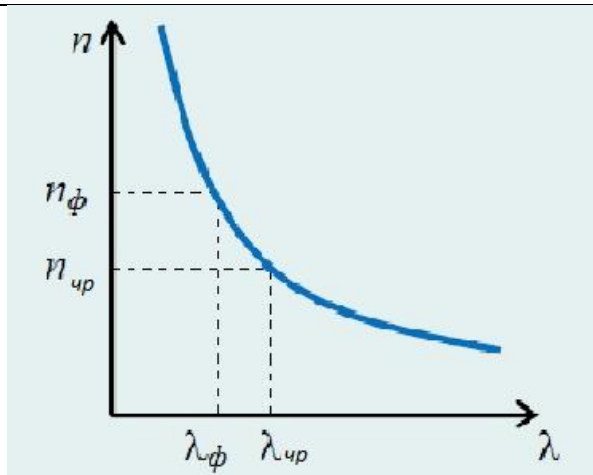
$$I(t) = I_{max} \sin(\omega t)$$

$$U(t) = U_{max} \sin(\omega t)$$

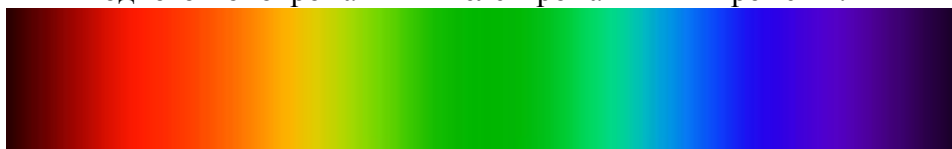
	<p>9. Змінний струм і напруга в колі з активним і реактивними навантаженнями можуть відрізнятися фазами коливань</p> $I(t) = I_{max} \sin \omega t$ $U(t) = U_{max} \sin(\omega t + \varphi)$ <p>а саме, напруга на активній та реактивних нагрузках</p> $U_R(t) = I_{max} R \sin(\omega t)$ $U_L(t) = I_{max} R_L \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$ $U_C(t) = I_{max} R_C \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$ $I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (R_L - R_C)^2}}$ <p>10. Опори реактивних індуктивного і ємнісного навантажень</p> $R_L = \omega L; \quad R_C = \frac{1}{\omega C}.$ <p>11. Резонанс в колі із змінним струмом настає, коли $R_L = R_C$, або</p> $\omega_{rez} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ <p>12. Зсув фаз між напругою і силою струму</p> $\tan(\varphi) = \frac{R_L - R_C}{R}$ <p>13. Потужність змінного струму за період</p> $W = \frac{\mathcal{E}_{max} I_{max}}{2} \cos(\varphi)$ <p>14. Формула трансформатора</p> $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ $I_1 U_1 \approx I_2 U_2$ <p>15. При передачі струму на великі відстані відбувається втрата потужності</p> $P_B = \frac{P^2}{U_{ab}^2} r,$ <p>де P^2- потужність сторонніх сил (електростанції), U_{ab}- напруга, при якій передається струм, r- опір ліній електропередачі.</p>
<p>Електромагнітне поле. Електромагнітні хвилі та швидкість їх поширення. Шкала електромагнітних хвиль. Властивості електромагнітного випромінювання різних діапазонів.</p>	<p>16. Змінне електричне поле породжує змінне магнітне поле і навпаки. Поширення в просторі змінного електричного і магнітного полів, або <i>електромагнітного поля</i>, представляє собою <i>електромагнітну хвилю</i>.</p> <p>17. Рівняння електромагнітної хвилі</p> $E = E_0 \sin[\omega(t - \frac{x}{c})]$ $B = B_0 \sin[\omega(t - \frac{x}{c})],$ <p>де E_0 і B_0 – амплітуди хвилі, t-час спостереження, x- відстань спостереження, c- швидкість хвилі.</p> <p>18. Швидкість поширення електромагнітних хвиль</p> $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \epsilon_0 \cdot \mu \mu_0}}$

	<p>і у вакуумі ($\varepsilon=\mu=1$) чисельно рівна $c_0=2,99792458 \cdot 10^8 \text{ м/сек} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ м/сек}$.</p> <p>19. Довжина електромагнітної хвилі $\lambda = \frac{2\pi c}{\omega} = \frac{c}{\nu}$</p> <p>20. Густина енергії електромагнітної хвилі $w = \varepsilon \varepsilon_0 E_C^2$ Густина енергії електричного поля $w_E = \frac{\varepsilon \varepsilon_0}{2} E^2$ Густина енергії магнітного поля $w_B = \frac{B^2}{2\mu\mu_0}$ У хвилі $w_E = w_B$, а $w = w_E + w_B$ Тут E_C – середнє значення поля у хвилі.</p>
<p>Оптика. Прямолінійність поширення світла в однорідному середовищі. Швидкість світла та її вимірювання. Закони відбивання світла. Побудова зображень, які дає плоске дзеркало.</p>	<p>21. Світло – електромагнітні хвилі, що сприймаються людським оком (довжина хвиль від 390 до 750 нанометрів). В геометричній оптиці не беруться до уваги хвильові властивості світла, а вважається, що в однорідному середовищі світло розповсюджується по прямій лінії (світловий промінь).</p> <p>22. Швидкість світла залежить від середовища, в якому воно поширюється і має максимальне значення, яке рівне $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, у вакуумі.</p> <p>23. Закон відбивання світла – кут падіння рівний куту відбивання.</p> <p>24. Формування уявного зображення в плоскому дзеркалі</p> 
<p>Закони заломлення світла. Абсолютний і відносний показники заломлення. Повне відбивання. Лінза. Оптична сила лінзи. Формула тонкої лінзи. Побудова зображень, які дає тонка лінза.</p>	<p>25. Закон заломлення світла, яке проходить з середовища 1 в 2 $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ де кути вимірюються між променем і нормаллю до поверхні розділу середовищ.</p> <p>26. Абсолютний показник заломлення – відношення швидкості світла у вакуумі до швидкості світла в речовині $n = \frac{c}{v}$</p> <p>27. Відносний показник заломлення пари речовин $n_{2,1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$</p> <p>28. Повне відбивання при переході із оптично густішого середовища $\sin \theta_{\text{гр}} = \frac{n_2}{n_1}$</p>

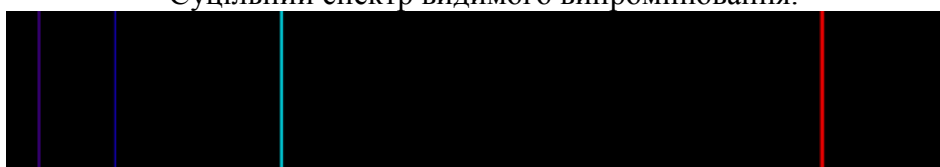
	<p>29. Формула лінзи</p> $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$ <p>де f – фокусна відстань лінзи, u – відстань від предмета до лінзи, v – відстань від лінзи до зображення.</p> <p>30. Формула тонкої лінзи</p> $\frac{n_0}{f} = (n - n_0) \left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right]$ <p>де n – показник заломлення матеріалу лінзи, n_0 – показник заломлення середовища, R_1 – радіуси двох поверхонь лінзи.</p> <p>31. Оптичною силою лінзи називають величину, обернену до фокусної відстані лінзи</p> $d = \frac{1}{f}$ <p>і одиницю вимірювання називають діоптрією ($1\text{д} = \text{м}^{-1}$).</p>
<p>Інтерференція світла та її практичне застосування. Дифракція світла. Дифракційні ґратки та їх використання для визначення довжини світлової хвилі.</p>	<p>32. Накладання когерентних хвиль (хвиль із сталою різницею фаз в одній точці) дає сталу в часі інтерференційну картину - чергування світлих і темних полос. Когерентні пучки можна утворити біпризмою Френеля. Умова максимуму освітленості екрана – різниця ходу променів складає парне число півхвиль</p> $\Delta l = 2k \frac{\lambda}{2}$ <p>Умова мінімуму освітленості екрана – різниця ходу складає непарне число півхвиль</p> $\Delta l = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$ <p>33. Дифракція – явище потрапляння світла в геометричну тінь. Різниця ходу променів під однаковим кутом φ для дифракційної ґратки із сталою ґратки d ($d=a+b$, де a – прозора частина ґратки, b – непрозора частина ґратки)</p> $\Delta l = d \cdot \sin\varphi$ <p>умова максимуму в дифракційній картині</p> $k\lambda = d \cdot \sin\varphi, \quad k = 0, 1, 2, \dots$ <p>де k – відповідає порядку лінії інтерференційних смуг від центральної світлої лінії. Довжину хвилі з дифракційної картини можна визначити по формулі</p> $\lambda = \frac{d \cdot \sin\varphi}{k}$
<p>Дисперсія світла. Неперервний і лінійчатий спектри. Спектральний аналіз. Поляризація світла.</p>	<p>34. Дисперсія світла – явище залежності показника заломлення від довжини хвилі</p> $n = f(\lambda)$



35. Нагріті тверді тіла випромінюють *неперервний* (суцільний) *спектр* частот електромагнітних хвиль. При свіщенні газів, або спалюванні простих речовин випромінюється *лінійчатий спектр*, що складається з окремих, не примикаючих один до одного монохроматичних електромагнітних променів.



Суцільний спектр видимого випромінювання.



Лінійчатий спектр видимого випромінювання водню.

36. Спектральний аналіз – методи визначення складу тіла, його температури та інших параметрів, засновані на вивченні спектру електромагнітного випромінювання тіла. Наприклад, інформація про хімічний склад зірок та їх температуру отримують по аналізу спектру частот електромагнітного випромінювання, що доходить до нас.
37. Звичайні джерела світла випромінюють «куски» (або «цуги» по-німецьки) електромагнітних хвиль, у яких площина коливання векторів електричного і магнітного полів різні в різних цугах. Але є певний клас прозорих речовин, які пропускають через себе тільки хвилі з коливанням електричного і магнітного полів в певній площині. Таке пропущене світло називають лінійно поляризованим, а саму речовину – поляризатором. Крім лінійної поляризації ще існують кругова поляризація – коли вектори електричного і магнітного полів при розповсюдженні хвилі описують коло.

V. Квантова фізика. Елементи теорії відносності.

Елементи теорії відносності.
Принципи (постулати) теорії відносності Енштейна.
Релятивістський закон додавання швидкостей.
Взаємозв'язок маси та енергії.

В даному підрозділі розглядаються дві системи відліку: нерухома система відліку ($O; x, y, z$), в якій знаходимося ми (спостерігач) та, система відліку ($O'; x', y', z'$), яка рухається зі швидкістю V відносно нерухомої в напрямку x (напрями осей x і x' , y і y' , z і z' співпадають).

1. Принципи (постулати) теорії відносності Енштейна
 - а) У всіх інерційних системах відліку всі фізичні явища протікають однаково
 - б) швидкість світла у вакуумі однакова у всіх інерціальних системах відліку.

Події, що відбуваються в різних точках простору і є одночасними в одній системі відліку, не будуть одночасними в іншій.

2. Перетворення Лоренца і Галілея

Перетворення Галілея	Перетворення Лоренца
$t' = t$	$t' = \frac{t - \frac{V}{c^2} \cdot x}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$
$x' = x - Vt$	$x' = \frac{x - V \cdot t}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$
$y' = y$	$y' = y$
$z' = z$	$z' = z$

Зворотні формули (перехід з системи O' до O) можна отримати заміною $V \rightarrow -V$

$t = t'$	$t = \frac{t' + \frac{V}{c^2} \cdot x'}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$
$x = x' + Vt'$	$x = \frac{x' + V \cdot t'}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$
$y = y'$	$y = y'$
$z = z'$	$z = z'$

3. Релятивістський закон додавання швидкостей.

Класична механіка (принцип Галілея)	Релятивістська механіка
$\vec{u}' = \vec{u} - \vec{V}$	$u'_x = \frac{u_x - V}{1 - \frac{u_x \cdot V}{c^2}}$

	<p>4. Перетворення проміжку часу (в системі O' проміжок часу між послідовними подіями в одному і тому ж місці)</p> $\Delta t = \frac{\Delta t'}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$ <p>або – в рухомій системі відліку проміжок часу скорочується (в системі покою проміжок Δt_0)</p> $\Delta t_0 = \Delta t \cdot \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}$ <p>5. Перетворення довжини: довжина тіла зменшується в рухомій системі в порівнянні з довжиною цього тіла в нерухомій системі l_0</p> $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}$ <p>6. Взаємозв'язок маси та енергії</p> $E = m \cdot c^2$ <p>7. Енергія спокою частинки масою m_0</p> $E_0 = m_0 \cdot c^2$ <p>повна енергія частинки, яка рухається зі швидкістю V</p> $E = \frac{m_0 \cdot c^2}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$ <p>кінетична енергія частинки</p> $E_k = E - E_0.$
<p>Світлові кванти. Гіпотеза Планка. Стала Планка. Кванти світла (фотони). Фотоефект та його закони. Рівняння Ейнштейна для фотоефекту. Застосування фотоефекту в техніці. Тиск світла. Дослід Лебедева.</p>	<p>8. Тіло випромінює і поглинає енергію порціями – квантами</p> $\varepsilon = h \cdot \nu$ <p>де h – стала Планка, $h=6,626176 \cdot 10^{-34}$ Дж·сек, ν – частота випромінювання.</p> <p>9. <i>Фотоефект</i> – явище вильоту електронів з тіла під дією електромагнітного випромінювання.</p> <p>10. Закони фотоефекту:</p> <p>i) для кожної речовини залежно від її температури і стану поверхні існує мінімальна частота світла ν_0, за якої ще можливий зовнішній фотоефект;</p> <p>ii) кількість електронів, що вилітають із поверхні тіла під дією електромагнітного випромінювання, пропорційне його інтенсивності;</p> <p>iii) максимальна кінетична енергія фотоелектронів залежить від частоти поглинутого випромінювання і не залежить від його інтенсивності.</p> <p>11. Рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоефекту:</p> $h\nu = A_0 + \frac{mv^2}{2},$ <p>де A_0-робота виходу електрона із тіла, $mv^2/2$ – кінетична енергія електрона.</p>

	<p>12. Тиск світла при поглинанні</p> $p = \frac{nh\nu}{c} = \frac{I}{c},$ <p>де n – число фотонів, що падають на поверхню, h – стала Планка, ν – частота падаючого світла, c – швидкість світла, I – інтенсивність випромінювання.</p> <p>Тиск світла при відбиванні в 2 рази більший</p> $p = \frac{2nh\nu}{c} = \frac{2I}{c}.$ <p>13. Російський фізик П.М. Лебедев в 1900 році експериментально підтвердив різницю тиску світла на дзеркальну та поглинаючу поверхні тіл.</p>
<p>Атом та атомне ядро. Дослід Резерфорда. Ядерна модель атома. Квантові постулати Бора. Випромінювання та поглинання світла атомом. Утворення лінійчастого спектра. Лазер.</p>	<p>14. Дослід Резерфорда по розсіюванні α-частинок на золоті показав, що майже вся маса атома зосереджена в об'ємі (ядро атома) набагато меншому за об'єм самого атома. Характерний об'єм атома порядку 10^{-11} м, а об'єму ядра 10^{-15} м.</p> <p>15. Резерфорд сформулював ядерну модель атома (планетарна модель): <i>атом є електрично нейтральним і складається з негативно заряджених електронів і позитивно зарядженого ядра. Електрони рухаються навколо ядра подібно до руху планет навколо Сонця.</i></p> <p>16. Квантові постулати Бора:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) атоми перебувають у певних стаціонарних станах, в яких вони не випромінюють електромагнітні хвилі; ii) при переході атома з одного стаціонарного стану, що характеризується енергією E_n в інший, з енергією E_m, він випромінює або поглинає квант енергії $h\nu = E_n - E_m$ <p>17. Лінійчаті спектри для атому водню (формула Рідберга)</p> $\nu = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right),$ <p>де стала Рідберга $R=3,29 \cdot 10^{15}$ Гц.</p> <p>18. Лазер генерує когерентні електромагнітні хвилі в оптичному діапазоні (видиме світло). Атомні системи у збудженому стані знаходяться дуже малий час ($\sim 10^{-15}$ с), а випромінюючи фотон переходять в основний стан. Але є ряд речовин, атоми яких мають метастабільні збуджені рівні (з порівняно великим $\sim 10^{-3}$ с часом життя). Це дозволяє накопичити на такому метастабільному рівні велику кількість атомів. Синхронний перехід атомів із метастабільного рівня на основний і створює дуже вузькі пучки когерентного монохроматичного світла.</p>
<p>Склад ядра атома. Ізотопи. Енергія зв'язку атомних ядер. Ядерні реакції. Поділ ядер урану. Ядерний реактор. Термоядерна реакція.</p>	<p>19. Атомне ядро складається з протонів і нейтронів. Число протонів в ядрі вказує порядковий номер хімічного елемента в таблиці Менделєєва.</p> <p>20. Хімічні властивості елемента визначаються порядковим номером (числом протонів в ядрі Z). Сумарне число протонів Z і нейтронів N в ядрі визначає масове число $A=Z+N$. Атоми з однаковими зарядовим числом Z але різними масовими числами (різним числом нейтронів в ядрі N) називають <i>ізотопами</i>.</p>

	<p>21. Маса ядра і маса сумарного числа протонів і нейтронів в ядрі відрізняється на величину, яка дає енергію, що утримує протони і нейтрони в ядрі. Енергія зв'язку атомного ядра маси M_J, яке складається з Z протонів та N нейтронів.</p> $E_{зв} = \Delta mc^2 = (Zm_p + Nm_n) \cdot c^2 - M_J \cdot c^2$ <p>22. В хімічних реакціях молекули різних речовин при зіткненні між собою перетворюються в молекули інших речовин завдяки обміну атомами. В ядерних реакціях – відбувається перетворення ядер одного сорту в інший завдяки перерозподілу протонами і нейтронами.</p> <p>23. При поділі ядра урану (і більш важких ядер) на два приблизно рівних ядра-осколки, виявляється, що маса ядра урану важче суми мас ядер-осколків. Відповідна енергія $E = \Delta M \cdot c^2$ виділяється у виді кінетичної енергії ядер-осколків. В середньому на один акт поділу ядра урану виділяється енергія біля 200 MeV.</p> <p>24. В ядерних реакторах частіше використовують реакцію поділу ^{235}U, для здійснення поділу якого достатньо нейтрона найменшої енергії (теплові нейтрони). При поділі цього ядра також виділяються 2-3 нейтрони, які можуть визвати поділ наступних ядер. В ядерному реакторі створюються умови регульованого протікання процесу ділення ядер. Теплова енергія, що виділяється в реакторі перетворює воду в пару в паровій турбіні і електрогенератор перетворює її в електричну енергію.</p> <p>25. Термоядерна реакція – це реакція об'єднання (синтезу) двох легких ядер в більш важке. Для її здійснення необхідно щоб однойменно заряджені ядра зблизилися до відстані, на якій вже діють ядерні сили протягування ($\sim 10^{-15}$ м). Цього можна досягти нагрівши речовину до надвисоких температур ($\sim 10^8$ К). В реакціях синтезу легких ядер маса результуючого ядра менше суми мас початкових ядер. Як і в реакціях поділу надлишкова енергія $E = \Delta M \cdot c^2$ реалізується у виді кінетичної енергії кінцевих продуктів реакції.</p>
<p>Радіоактивність. Альфа-, бета-, гамма-випромінювання. Методи реєстрації іонізуючого випромінювання.</p>	<p>26. Радіоактивність – явище спонтанного випромінювання деякими ядрами атомів гамма квантів, елементарних частинок або ядерних фрагментів.</p> <p>27. Види радіоактивності:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) альфа радіоактивність – випромінювання важкими ядрами ядер атома гелію ($Z=+2, N=2, A=4$); ii) бета радіоактивність – випромінювання ядрами електронів ($Z=-1$) або позитронів ($Z=+1$); iii) гамма радіоактивність - випромінювання ядрами гамма квантів (високочастотних фотонів). <p>28. Для реєстрації заряджених і нейтральних частинок використовують явище іонізації атомів речовини, через яку пролітають частинки. Найбільш відомі наступні детектори (та історично перші, що використовувалися)</p> <ul style="list-style-type: none"> i) газорозрядний лічильник Гейгера – скляна трубка, наповнена газом; катодом служить тонкий металічний циліндр, який прилягає до внутрішньої сторони трубки, а

	<p>анодом слугує тонкий металічний дротик, натягнутий посередині трубки. Лічильник Гейгера показує факт прольоту через нього іонізуючої частинки.</p> <p>ii) в камері Вільсона – використовується переохолоджена пара. При проходженні через робочий об'єм камери іонізуючої частинки – утворені іони слугують центрами конденсації пари. Фотографія робочого об'єму камери містить трек частинки, яка пролетіла. Розміщення камери в магнітному полі дозволяє визначити знак заряду і величину імпульсу частинки.</p> <p>iii) в бульбашковій камері – використовується перегріта рідина. При проходженні через робочий об'єм камери іонізуючої частинки – утворені іони слугують центрами закипання рідини. Аналогічно камері Вільсона на фотографії видно трек частинки, яка пролетіла.</p> <p>iv) в фотоемульсійному трековому детекторі – використовують почорніння фотографічного шару при проходженні через нього швидких заряджених частинок.</p>
--	--

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Є.В. Коршак Фізика 11 клас. Підручник для загальноосвітніх навчальних закладів. / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. – К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2005. – 288 с.
2. Є.В. Коршак Фізика 10 клас. Підручник для загальноосвітніх навчальних закладів. / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. – К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2004. – 296 с.
3. Є.В. Коршак Фізика 9 клас. Підручник для загальноосвітніх навчальних закладів. / Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. – К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2002. – 232 с.
4. Электронный учебник физики – PhysBook. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.physbook.ru/>

КОРИСНІ ІНТЕРНЕТ РЕСУРСИ

1. Каталог физических демонстраций Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mephi.ru/students/vl/physics/index.php>
2. Элементы: Популярный сайт о фундаментальной науке. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elementy.ru/>

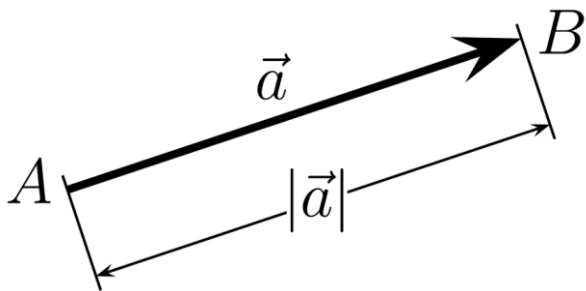
ДОДАТКИ

Вектори

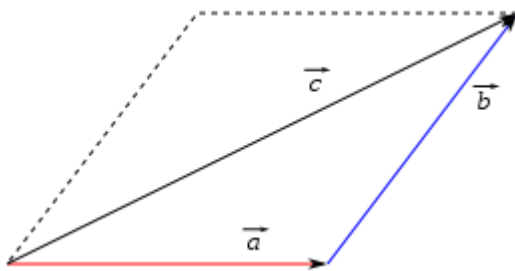
Векторні фізичні величини характеризуються своєю величиною (додатнім числом, яке називають модулем вектора) та напрямком.

Геометричне представлення вектора.

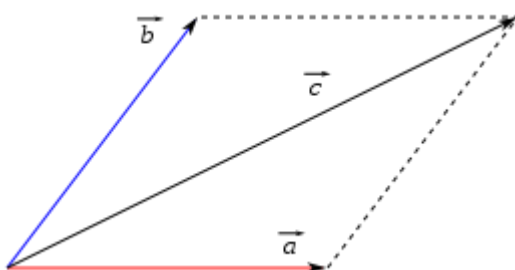
Геометрично вектор представляється відрізком із вказаним напрямком.



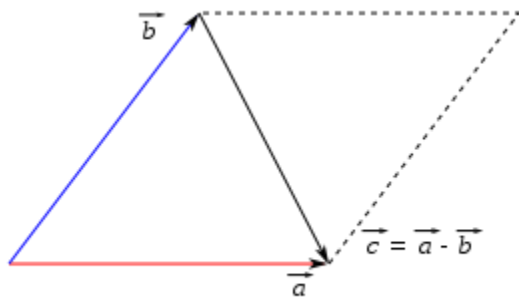
Додавання векторів по правилу трикутника $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$.



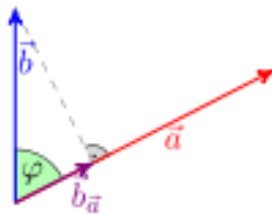
Додавання векторів по правилу паралелограма.



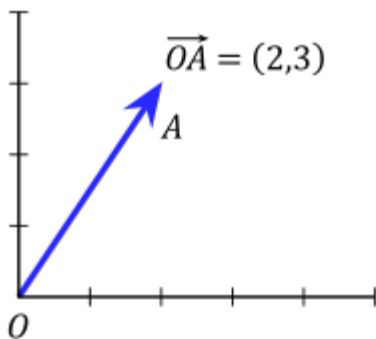
Віднімання векторів.



Проекція вектора на вектор.



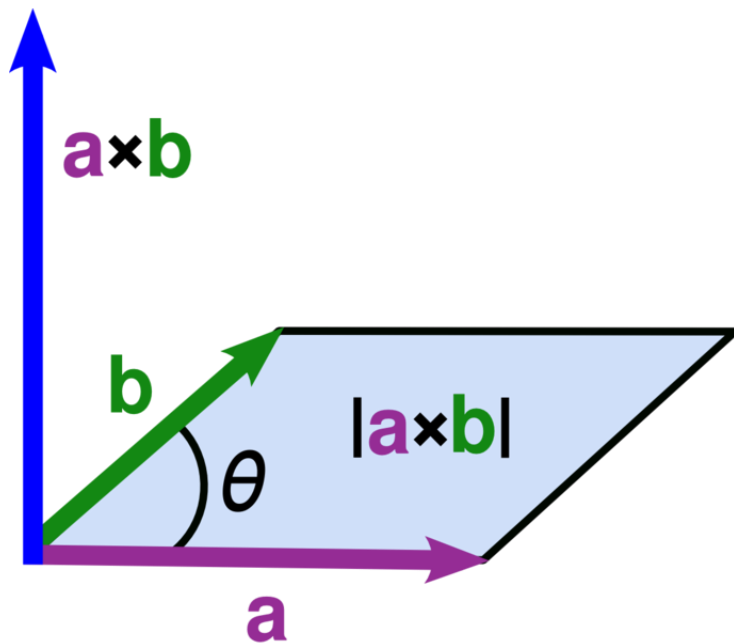
Координатне представлення вектора в системі координат Декарта.



При додаванні векторів в координатному представленні додаються їх відповідні координати.

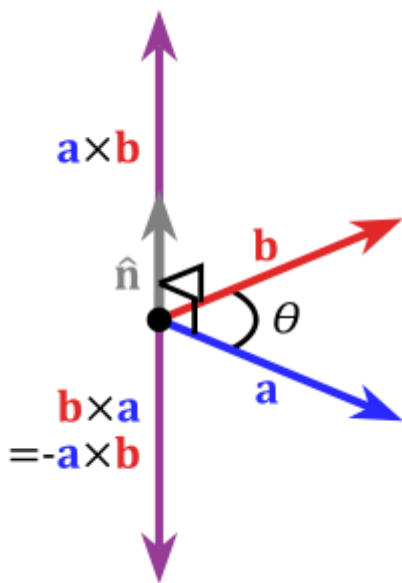
$$\vec{a} = (a_x, a_y), \quad \vec{b} = (b_x, b_y), \quad \vec{c} = \vec{a} + \vec{b}, \quad \vec{c} = (a_x + b_x, a_y + b_y).$$

Векторний добуток двох векторів і його геометричний зміст.



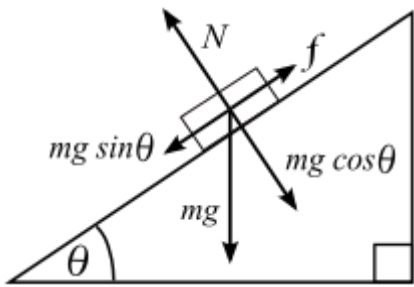
$$|\mathbf{a} \times \mathbf{b}| = |\mathbf{a}| \cdot |\mathbf{b}| \cdot \sin \theta$$

Напрямок вектора векторного добутку залежить від порядку векторів-множників.



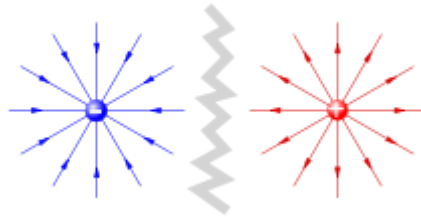
Сили, які діють на тіло, що лежить на похилій площині.

При розв'язуванні задач з векторними величинами, вибирають зручну систему координат, зручну для визначення проєкцій векторів.

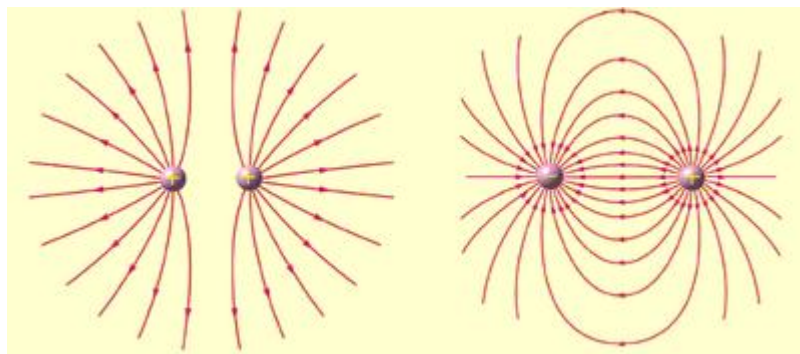


Силві лінії електричного поля для системи зарядів.

Силві лінії електричного поля одиночних точкових зарядів



Силві лінії електричного поля двох однойменних та різнойменних точкових зарядів.



Силві лінії пластини зарядженої додатнім зарядом	Силві лінії двох різнойменно заряджених пластин
<p>A diagram showing a vertical red line representing a positively charged plate. Red arrows point horizontally away from the line, representing the electric field lines.</p>	<p>A diagram showing two vertical plates. The left plate is marked with '+' signs and the right plate with '-' signs. Red arrows point horizontally from the positive plate to the negative plate, representing the electric field lines between the plates.</p>