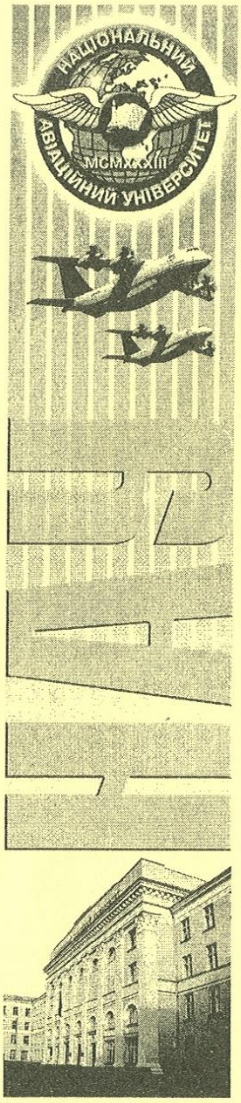
Уребет В.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет
Інститут доуніверситетської підготовки

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ В СИСТЕМІ ОСВІТИ «ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД – ДОУНІВЕРСИТЕТСЬКА ПІДГОТОВКА – ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД»

Матеріали І Всеукраїнської науково-практичної конференції 28 травня 2015 року

VIVERE!
VINCERE!
CREARE!

Київ 2016

УДК 372.8:371.3:53+51(045)

Свентицька Валентина
м. Бориспіль,
Хребет Валерій,
Муранов Сергій
м. Київ

ДЕЯКІ АСПЕКТИ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ У КУРСІ ФІЗИКИ І МАТЕМАТИКИ

У статті проаналізовано міжпредметні зв'язки при вивченні курсів математики і фізики на прикладі теми «Похідна та її застосування». Розглянуто особливості застосування методів диференціального числення до розв'язання прикладних задач в процесі вивчення фізики. Наведено приклади типових задач з математичним та фізичним змістом.

Ключові слова: *похідна функції, міжпредметні зв'язки, математика, фізика, фізична задача, диференціальне числення, фізичне явище.*

The paper analyzes the role of interdisciplinary connections in learning mathematics and physics, with the subject «The derivative and its application» taken as example. Some features of differential calculus methods application to solving applied physical problems are considered. Examples of typical problems with physical content are presented.

Keywords: *derivative, interdisciplinary connections, mathematics, physics, physical problem, trainees, differential calculus, physical phenomenon.*

«Природі притаманна та фундаментальна
особливість, що найголовніші фізичні закони
описуються математичною теорією, апарат якої
відзначається незвичайною силою та красою…»
(Поль Дірак)

Організація якісного навчально-виховного процесу в середній та вищій школі неможлива без урахування сучасних інформаційних технологій навчання та орієнтації його на формування освіченої, гармонійно розвиненої особистості, здатної до постійного оновлення наукових знань, професійної мобільності та швидкої адаптації до змін і розвитку в соціально-культурній сфері, в галузях науки і техніки, технологій, системах управління й організації праці в умовах ринкової економіки. При умові реформування вищої освіти суттєво зростають сучасні вимоги до якості надання освітніх послуг, а саме, вміння самостійно опрацьовувати теоретичні знання та застосовувати їх на практиці, концентрувати увагу лише на необхідній інформації та вчасному її застосуванні, щодо підвищення рівня знань і вмінь впродовж усього життя. Реформаційні зміни зумовлюють переосмислення традиційних уявлень про завдання і мету доуніверситетської підготовки випускників середньої школи при вищих навчальних закладах (ВНЗ) освіти, спрямованої на досягнення цілісності процесу підготовки до навчання майбутнього студента, на підвищення якості базової підготовки фахівця.

Аналіз стану підготовки учнів старших класів з математики і фізики в Україні за результатами ЗНО свідчить, що для більшості

– забезпечується виконання принципів неперервності і наступності здобуття середньої та вищої освіти;

– відбуваються процеси такі як: закріплення, систематизації, поглиблення, ліквідації «прогалин» знань і вмінь; адаптації до навчання в умовах вищої школи за кредитно-модульною системою навчання; професійної орієнтації; формуються навички самостійної роботи у слухачів під керівництвом спеціального педагогічного супроводу викладачів кафедр вищої школи.

Система доуніверситетської підготовки відіграє важливу функцію внутрішнього забезпечення якості вищої освіти, як один із її елементів діяльності у конкретному ВНЗ. Основними перевагами навчання в системі доуніверситетської підготовки є: якісна підготовка до ЗНО, високі результати сертифікатів ЗНО, фахове викладання дисциплін професорсько-викладацьким складом кафедри базових і спеціальних дисциплін, наявність навчально-методичного забезпечення, рейтингова система оцінювання навчальних досягнень слухачів, поглиблене вивчення профільних дисциплін, адаптація до навчання у ВНЗ, формування позитивної мотивації до навчання, різноманітні форми організації процесу навчання, отримання додаткових балів до загального рейтингу вступника, висока результативність вступу до ВНЗ, гнучка система зарахування до вишу, здійснення професійної орієнтації та допрофесійної підготовки учнівської молоді, профільне навчання, викладання спецкурсів тощо [2].

У процесі вивчення фізики і математики як в ЗНЗ так і в системі доуніверситетської підготовки, на нашу думку, ефективно реалізується процес міжпредметних зв'язків при вивченні дисциплін природничого та математичного циклів.

Міжпредметні зв'язки – це вираження фактичних зв'язків, що встановлюються в процесі навчання або в свідомості учня, між різними навчальними предметами. Міжпредметні зв'язки виступають як умова єдності навчання і виховання, засіб комплексного підходу до предметної системи навчання [3].

Цій актуальній проблемі присвячували свої наукові дослідження такі відомі вчені як: Т. Александрова, Л. Панчешнікова, Н. Сорокін та ін. (сутність та функції міжпредметних зв'язків); Ю. Вайткявічус, Н. Ворзелян, В. Корсунська та ін. (класифікація та види міжпредметних зв'язків); Г. Сухобска, Ю. Шерковін, В. Ядов В. Давидов, І. Лернер, А. Маркова та ін (дидактичні основи міжпредметних зв'язків у предметному навчанні) [4].

Так, на думку науковця М. Харченко, *міжпредметні зв'язки фізики і математики забезпечують:* узгоджене в часі вивчення різних навчальних дисциплін з метою їх взаємної підтримки; обґрунтовану послідовність у формуванні понять: єдність вимог до знань, умінь і навичок; використання при вивченні фізики знань, отриманих при вивченні математики і навпаки; ліквідацію невиправданого дублювання в змісті навчальних предметів; показ спільності методів, що застосовуються в різних дисциплінах; розкриття взаємозв'язку природних явищ, показ єдності світу; підготовку учнів до оволодіння сучасними технологіями. Вченою визначено і основні *шляхи здійснення міжпредметних зв'язків* такі як: використання знань, отриманих при вивченні інших дисциплін; виконання комплексних експериментальних робіт; проведення комплексних екскурсій; узагальнююче повторення [5].

Як приклад міжпредметних зв'язків з фізики і математики, розглянемо тему «Похідна та її застосування» в курсах навчальних дисциплін «Математика» і «Фізика», так як при її вивченні у учнів виявляються певні труднощі пов'язані із застосуванням першочергового поняття такого як «границя» [6]. Тому при засвоєнні поняття «похідна» суттєва увага повинна бути приділена в процесі навчання наочним уявленням, враховуючи, що це поняття застосовується при дослідженні нерівномірних змінних процесів.

Визначенню похідної функції $y = f(x)$ в точці x_0 як границі відношення приросту функції Δy в цій точці x_0 до приросту аргументу Δx, якщо останній прямує до нуля, передує розгляд особливостей поведінки графіків неперервних функцій, що приводить до поняття дотичної в точці x_0. Похідна функції визначається спочатку як тангенс кута нахилу дотичної до графіка функції $y = f(x)$ у даній точці з додатним напрямом осі абсцис. Тим самим поняттю похідної на першому етапі відповідає геометричний образ – дотична.

При дослідженні властивостей функції за допомогою похідної беруть за основу теореми диференціального числення П. Ферма, М. Ролля, О. Коші, К. Вейєрштрасса, Ж. Лагранжа (якому ми зобов'язані терміну «похідна» і сучасному його позначенню). Формула Лагранжа, як ілюстрація геометричного змісту похідної, дозволяє сформулювати достатні ознаки зростання і спадання функції, геометричний і механічний зміст похідної роблять інтуїтивно ясними ці критерії.

До використання центрального поняття диференціального числення – похідної звертаються тоді, коли виникає питання про швидкість і характер зміни функції по відношенню до зміни аргументу, при дослідженні на локальний або глобальний екстремум. Інакше кажучи, якщо деяка функція моделює перебіг того чи іншого процесу, то його дослідження зводиться до вивчення властивостей цієї функції та її похідної.

Приклад 1. Дослідити функцію $y=\frac{3}{2}\frac{\sqrt[3]{(x-1)^2}}{x^2+1}$ і побудувати її графік.

Розв'язання. Дана функція визначена на множині дійсних чисел, $y \geq 0$, загального типу, причому, якщо $y=0$, то $x=1$, якщо $x=0$, то $y=\frac{3}{2}$ (т. $(0;\frac{3}{2})$ і т. $(1;0)$ належать графіку функції). Відзначимо, що $y \to 0$, якщо $x \to \infty$ (степінь чисельника менша за степінь знаменника, тому $y=0$ – асимптота).

Знайдемо похідну функції: $y'=-\frac{2x^2-3x-1}{\sqrt[3]{x-1}\left(x^2+1\right)^2}$.

Критичними точками є точки, де $y'=0$, $x=\frac{3\pm\sqrt{17}}{4}$, або y' не існує ($x=1$). При переході через ці точки y' змінює знак, тому в цих точках існують локальні екстремуми, не існування y' визначає«характер вгнутості» екстремуму. Графік функцію $y=\frac{3}{2}\frac{\sqrt[3]{(x-1)^2}}{x^2+1}$ побудовано на рис. 1.

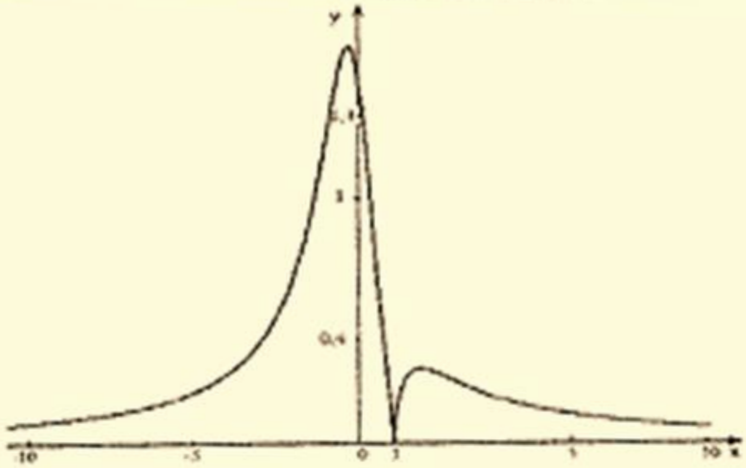


Рис. 1

Як показує практика, абітурієнти достатньою мірою володіють знаннями теоретичного курсу математики і вміють застосовувати їх для розв'язування математичних завдань, але часто не можуть узгодити і застосувати свої математичні знання до розв'язання прикладних задач, зокрема з фізики, хімії та інших предметів.

Як відомо, однією з необхідних умов ефективності навчання є реалізація принципу наочності під час формування понять, в тому числі й математичних. Наочність допомагає учням перейти від абстрактних математичних понять до сприйняття конкретних результатів їх застосування, сприяє створенню образів, що вивчаються.

Деякі математичні задачі мають фізичний зміст (задачі на механічний рух, на роботу, наявність відсоткових розрахунків тощо), і разом з тим окремі фізичні задачі вимагають глибоких знань певних математичних розділів, зокрема це стосується й поняття «похідної».

У курсі фізики середньої школи використовується багато функцій, що моделюють реальні фізичні процеси, останні за своїм фізичним змістом є швидкістю їхнього протікання , або швидкістю зміни іншої фізичної величини. У більшості випадків у таких задачах використовуються формули для знаходження середніх значень цих величин. Абітурієнти достатньо вільно ними оперують, але не завжди усвідомлюють їх фізичний зміст, а значить і недостатньо глибоко розуміють сутність фізичних явищ та взаємозв'язок фізичних величин. Застосування поняття похідної функції, з яким слухачі добре знайомі з курсу математики, тобто миттєвої швидкості зміни даного процесу при дослідженні фізичних процесів і розв'язуванні фізичних задач, дозволяє певною мірою усунути цей «недолік». Вказаний підхід приводить молодих людей до повнішого розуміння матеріального світу, сприяє гармонійному розвиткові їх мислення, забезпечує цілісні уявлення про явища природи, поглиблює знання як з фізики, так і з математики [7]. Саме тому, доцільно під час проведення практичних занять із фізики звертати увагу слухачів на обидва способи розрахунку фізичних величин (табл. 1).

Слід зазначити, що фізика, як навчальна дисципліна у вищому технічному навчальному закладі, передбачає широке застосування диференціального числення, в тому числі і до визначення фізичних величин.

Таблиця 1

Методи розрахунку швидкостей зміни фізичних величин

Фізична величина	Середнє значення	Миттєве значення
Швидкість	$\upsilon = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	$\upsilon = \frac{ds}{dt} = s'$
Прискорення	$a = \frac{\Delta \upsilon}{\Delta t}$	$a = \frac{d\upsilon}{dt} = \upsilon'$
Кутова швидкість	$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$	$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \varphi'$
Потужність	$P = \frac{A}{\Delta t}$	$P = \frac{dA}{dt}$
Сила струму	$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$	$i = \frac{dq}{dt} = q'$
Другий закон Ньютона	$F = ma$	$f = m\frac{d\upsilon}{dt}$
Закон електромагнітної індукції	$\xi_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$	$e_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\Phi'$
Закон самоіндукції	$\xi_u = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$	$e_u = -L\frac{di}{dt} = -Li'$

Приклад 2. Матеріальна точка рухається прямолінійно за законом $x(t) = -2 + 4t + 3t^2$. Знайдіть її швидкість у момент часу $t = 2$ с (x – координата точки в метрах, t – час в секундах).

Розв'язання. Можна розв'язувати задачу, використовуючи загальний вигляд рівнянь залежності $x(t)$ та $v(t)$: $x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$. Порівнюючи з даним рівнянням $x(t) = -2 + 4t + 3t^2$, можемо визначити початкову швидкість $v_0 = 4$ м/с і прискорення $a = 6$ м/с^2.

Ці числові значення підставимо у формулу $v = v_0 + a \cdot t$ і отримуємо в момент часу $t = 2$ с значення швидкості 16 м/с.

Якщо зразу скористатися тим фактом, що $v(t) = x'(t)$ і взяти першу похідну від заданого рівняння $x(t) = -2 + 4t + 3t^2$, то $v(t) = x'(t) = 4 + 6t$. Для заданого моменту часу відповідь одержується майже миттєво.

Поняття похідної в математиці і особливо в фізиці допомагає вивчати і описувати процеси, що проходять нерівномірно, наприклад, механічні та електромагнітні коливання. За допомогою тригонометричних функцій та їх похідних описують певні фізичні процеси, а саме такі як: зміна координат, швидкості, прискорення коливного тіла та внутрішньої сили, що діє на тіло під час здійснення ним механічних коливань.

Приклад 3. Матеріальна точка масою 5 г здійснює гармонічні коливання з частотою 5 Гц та амплітудою коливання 3 см за законом косинуса. Визначте силу, що діє на тіло в той момент часу, коли зміщення тіла становить 1,5 см.

Розв'язання. За другим законом Ньютона, $F = ma$. Щоб знайти прискорення тіла, потрібно записати рівняння гармонічних коливань матеріальної точки: $x = x_m \cos \omega t$. (1)

Відомо, що для визначення прискорення тіла, необхідно записати другу похідну від його координати, або першу похідну від швидкості: $x' = v = -x_m \omega \sin \omega t$, $x'' = a = v' = -x_m \omega^2 \cos \omega t$. (2)

Якщо порівняти вирази (1) і (2), то очевидно, що $a(t) = -x(t)\omega^2$.

Отже, в той момент коли зміщення становило $x = 1,5\,см = 1,5 \cdot 10^{-2}\,м$, то сила, що діяла на тіло, дорівнювала $F = -m x \omega^2$. Підставляючи числові значення величин, одержуємо: $F = -75\,мН$. Знак «–» свідчить про те, що в цей момент часу проекція сили на вісь O_x була від'ємною, тобто сила була спрямована протилежно напрямку переміщення тіла і направлена до положення рівноваги коливного тіла.

Особливо яскраво застосовується поняття похідної для опису явища електромагнітної індукції. Слухачі повинні усвідомити, що саме явище виникнення індукційного струму можливе тільки за умови зміни магнітного потоку, що пронизує контур, а швидкість його зміни не тільки впливає на е.р.с. індукції, а ще і дорівнює їй. У задачах з котушкою, що рівномірно обертається у магнітному полі, об'єднуються знання механіки обертального руху, електромагнетизму з тригонометричними функціями та їх похідними.

Приклад 4. В однорідному магнітному полі з індукцією $B = 0,2\,Тл$ рівномірно обертається котушка, що має $N = 600$ витків, з частотою $n = 6$ об/с. Площа поперечного перерізу котушки 100 см^2. Вісь обертання перпендикулярна осі котушки і напряму магнітного поля. Визначити максимальну е.р.с. індукції котушки.

Дано: $B = 0,2\ Тл$; $N = 600$; $n = 6$ об/с; $S = 10^{-2}\ м^2$.

Знайти: $\varepsilon_{i\max}$.

Розв'язання. Згідно закону електромагнітної індукції $\varepsilon_i = -\dfrac{d\Phi}{dt}$, Φ – сумарний магнітний потік через усі витки котушки.

$\Phi = N \cdot \Phi_0$, де N – число витків, Φ_0 – магнітний потік, що пронизує кожний окремий виток.

При довільному положенні котушки відносно магнітного поля $\Phi = NBS\cos\omega t$.

Враховуючи, що циклічна частота $\omega = 2\pi n$, одержимо $\Phi = NBS\cos 2\pi nt$.

Тоді, $\varepsilon_i = -\dfrac{d}{dt}(NBS\cos 2\pi nt) = 2\pi nNBS\sin 2\pi nt$ і $\varepsilon_i = \varepsilon_{\max}$ при $\sin 2\pi nt = 1$. Тому, $\varepsilon_{i\max} = 2\pi nNBS$.

Підставляючи числові значення величин *n, N, B, S*, одержуємо:
$\epsilon_{i\max} = 2\cdot3{,}14\cdot6\cdot6\cdot10^2\cdot0{,}2\cdot10^{-2} = 45{,}2$ (В).

Задачі на розрахунок фізичних величин, що характеризують електромагнітні коливання, теж найпростішим способом розв'язуються саме через застосування похідної. Крім того, із одержаних рівнянь залежності заряду на пластинах конденсатора та сили струму в котушці, стає очевидним і те, що змінюються ці величини в протифазі, і енергія електричного поля періодично повністю перетворюється на енергію магнітного поля і навпаки.

Приклад 5. Заряд q на пластинах конденсатора коливального контуру змінюється за законом $q = 10^{-6} \cos 10^4 \pi t$. Запишіть закон залежності сили струму від часу $i = i(t)$. Знайдіть період та частоту коливань у контурі, амплітуду коливань заряду та амплітуду коливань сили струму. Знайти значення максимальної енергії електричного поля конденсатора та магнітного поля котушки, якщо ємність конденсатора *1нФ*.

Відомо, що залежність сили струму від часу описується першою похідною від функції залежності заряду від часу, тобто $i(t) = q'(t)$.

Загальний вигляд функції залежності заряду від часу має вигляд [8]: $q = q_m \cos \omega t$, сили струму від часу:

$$i(t) = q'(t) = -I_m \sin \omega(t), \text{ тоді } i(t) = -0{,}01\pi \sin 10^4 \pi t.$$

Циклічна частота ω пов'язана з періодом Т і частотою ν такою залежністю:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu, \text{ тоді } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10^4\pi} = 0{,}2\cdot10^{-3} \text{ с.}$$

Отже, $i(t) = -0{,}01\pi \sin 10^4 \pi t$. Т = 0,2 мс, $q_{\max} = 10^{-6}$ Кл, $I_{\max} = 0{,}01\pi$ А, $\nu = 5$ кГц.

Максимальну енергію електричного поля конденсатора розраховуємо за формулою $W_{ел} = \frac{q_{\max}^2}{2C} = \frac{10^{-12}}{2\cdot10^{-9}} = 0{,}5\cdot10^{-3}$ Дж.

Щоб підрахувати максимальну енергію магнітного поля, потрібно знати індуктивність котушки, її розраховуємо, знаючи що

$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, звідси $L = \frac{1}{\omega^2 C} = \frac{1}{10^8 \pi^2 10^{-9}} = 1$ Гн.

Підставимо значення L у формулу для енергії магнітуого поля котушки і отримаємо: $W_{маг} = \frac{LI_{max}{}^2}{2} = \frac{1 \cdot 10^{-4} \pi^2}{2} = 0{,}5 \cdot 10^{-3}$ Дж.

Як бачимо, максимальна енергія електричного і магнітного полів однакові.

Таким чином, використання математичного апарату диференціального числення для вивчення і пояснення фізичних явищ реалізує, перш за все, політехнічний принцип навчання математики, що дає можливість виконувати спільні завдання, які прописані в програмних вимогах з математики і фізики.

Як висновок, можна зазначити, що використання міжпредметних зв'язків математики і фізики в курсах їх вивчення забезпечує ефективність засвоєння знань і вмінь з дисциплін; підвищує науковий рівень учнів (слухачів); розвиває їх логічне мислення та творчі здібності; сприяє формуванню важливих наукових понять, термінів і законів, наукового світогляду, а також покращує організацію навчального процесу і дає можливість його оптимізувати. Саме тому, важливим для викладача є використання міжпредметних зв'язків як реалізація принципу навчання, що вимагає неабияких знань змісту та структури навчальних програм і підручників з інших дисциплін, а також передбачає тісну співпрацю з колегами-викладачами щодо взаємовідвідування практичних занять, розробки робочої навчальної програми, створення підручників, посібників та інших методичних матеріалів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Муранова Н. П. Теоретичні і методичні засади фізико-математичної підготовки старшокласників до навчання в технічному університеті : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора пед. наук : спец. 13.00.09. «Теорія навчання» / Н. П. Муранова. – Тернопіль, 2014. – 40 с.

2. Муранова Н. П. Фізико-математична підготовка старшокласників до навчання в технічному університеті : [монографія] / Н. П. Муранова. – К. : НАУ, 2013. – 464 с.

3. [Електроний ресурс]. – Режим доступу : http://lubbook.net/book_303_glava_15_Tema_13.Mizhpredmetni_zv.html.

4. [Електроний ресурс]. – Режим доступу : http://ua-referat.com/Міжпредметні_зв'язки_в_навчанні.

5. Харченко М. М. Міжпредметний взаємозв'язок фізики і математики [Електроний ресурс]. – Режим доступу : http://nauka.zinet.info/15/harchenko.php.

6. Рогановскій Н. М. Методика викладання в середній школі / Н. М. Рогановскій. – Мн. : Вища школа, 1990. – 245 с.

7. Муранова Н. П. Організаційно-методичні особливості адаптації слухачів підготовчих курсів до навчання за модульно-рейтинговою технологією в курсі фізики / Н. П. Муранова, О. Я. Кузнецова // Методика викладання навчальних дисциплін в контексті підготовки до ЗНО : V Міжрегіонал. семінару, 23 квітня 2010 р. : матеріали семінару. – К. : НАУ, 2011. – С. 4–21.

8. Гофман Ю. В. Законы, формулы, задачи физики : [справ.] / Ю. В. Гофман. – К. : Наук. думка, 1977. – 576 с.