

Районний методичний посібник
Великомостівська
загальноосвітня школа I-III ступенів

Кірик Ю.І.

Робота з творчо обдарованими учнями



Навчально-методичний посібник

2016

Кірик Ю. І., вища категорія, вчитель-методист,
кандидат ф/м наук. Робота з творчо обдарованими
учнями. Великомоствська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів.
2016.–34 с.

Рецензенти:

Кірик І.О., вища категорія, відмінник освіти України.

Айриш О.Б., вища категорія, вчитель-методист, голова РМО
вчителів фізики.

Методичний посібник призначений для вчителів фізики.
Містить власне бачення автора теоретичних аспектів розвитку
творчих здібностей учнів, приклад власного педагогічного і
психологічного підходу до співпраці з творчими особистостями
на уроках, зразки диференційованих творчих завдань та їх
розв'язки по окремих розділах фізики, та розв'язки
оригінальних завдань Всеукраїнських турнірів юних фізиків з
відео супроводом.

Відповідальний редактор: Білик О.І., методист відділу освіти
Сокальської РДА.

Комп'ютерний набір: Кірик Ю.І.

Зміст.
Вступ

РОЗДІЛ I

Теоретичні аспекти роботи з творчо обдарованими дітьми.

- I.1. Чотири рівні творчості.
- I.2. Риси творчої особистості.
- I.3. У пошуках шляхів вирішення творчих завдань.
 - I.3.1. 10 стратегій спрямованих на творче вирішення завдань.
 - I.3.2. Диференціація завдань творчого рівня.
 - I.3.3. Мотивація моєї диференціації.
- I.4. Як організувати роботу з творчо обдарованими дітьми?
- I.5. Робота з творчо обдарованими дітьми на уроці.

РОЗДІЛ II

Методичний підхід до творчої роботи з учнями на уроках і вдома по окремих розділах фізики.

- II.1. Основа моєї диференціації.
- II.2. Створення сприятливої психологічної атмосфери.
- II.3. Психологічний аспект творчості.
- II.4. Приклад диференціації задач механіки з власного досвіду.
- II.5. Приклад диференціації завдань статички з власного досвіду.

РОЗДІЛ III

Розв'язування деяких оригінальних завдань ТЮФ.

- III.1. Оптика- вода – аналізатор.
- III.2. Коливання і хвилі- чашка – невиливайка.
- III.3. Молекулярна фізика- вода в решеті.

ВИСНОВКИ.

СПИСКИ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

Вступ

Конкурси, конкурси... вони заповнили вже і школу. З власного досвіду бачу, що не тільки конкурс народжує таланти, а й співпраця вчителя, учня, батьків від початку вивчення предмету! Якщо, читаючи цей методичний посібник, вчителі виявлять бажання посперечатись – згоден відстояти свою думку, бо бачу розвиток особистості, коли діти самі приходять до мене на заняття в МАН, а колись на факультатив. Вже було два випадки, коли дівчатка в 9 класі приходили і казали: – «Я буду капітаном команди району на обласний ТЮФ!» А отримати нагороду з рук Міністра освіти – престижно! Мої спостереження, напрацювання, мої невдачі та перемоги вилились у цей посібник.

Мета:

- Пошук, розвиток, підтримка юних фізиків.

Завдання:

- Поділитись досвідом роботи з вчителями.

Актуальність:

- Посібник – допомога вчителям при проведенні профорієнтаційної роботи по вибору професії учнями.

Як же виявити і підтримати творчість? Як знайти талант?

Об'єктом мого пошуку став талант учня.

Предмет дослідження: вчительська і учнівська творчість.

Методи роботи:

1. Співпраця на уроках і після.
2. Відтворення учнями моїх дослідів і фокусів.
3. Диференціація якісних, кількісних експериментальних завдань.
4. Стимулювання до конкуренції: учень-учень, учень-вчитель: хто швидше зробить оригінальне творче завдання за вибором учня.
5. Використання власного досвіду учня.
6. Профорієнтаційна робота.
7. Дозвіл на політ фантазії та уяви.

Залишилось прочитати і приступити до співпраці!

РОЗДІЛ І

Теоретичні аспекти роботи з творчо обдарованими дітьми

І.1. Чотири рівні творчості.

1. Процес, який призводить до принципово нового результату для всього людства.
2. Процес, який призводить до принципово нового результату для досить великого кола людей.
3. Процес, який призводить до принципово нового результату для значно меншого кола людей.
4. Процес, який призводить до принципово нового результату для людини, котра творить.

І.2. Риси творчої особистості.

1. Самостійне перенесення знань і вмінь у нову ситуацію.
2. Бачення нової функції знайомого об'єкта.
3. Творча уява.
4. Розумові здібності.
5. Розвинута пам'ять.
6. Логічне мислення.

І.3. У пошуках шляхів вирішення творчих завдань.

І.3.1. 10 стратегій, спрямованих на творче вирішення завдань.

1. Підтримувати зв'язок із зацікавленими людьми.
2. Створити навколо себе середовище однодумців.
3. Виходити зі свого оточення, ділитись досвідом.
4. Розвиватися, розкривати свій та учнівський потенціал.
5. Розширювати свій світогляд, читати, жартувати.
6. Наближатися до мистецтва, поглиблювати науковість.
7. Використовувати сучасні технології.
8. Скористатися можливостями власного та учнівського розуму.
9. Дати волю своїй думці, розкрити душу, розвивати інтуїцію.
10. Розвивати вміння, експериментувати!

І.3.2. Диференціація завдань творчого рівня.

1. Рівнева диференціація.

«Задачі бувають прості, якщо знаєш, як їх розв'язувати, і складні, якщо не знаєш...» [1].

Визначним показником для оцінювання вміння розв'язувати задачі є їх складність[2]. Складність завдання залежить від типу завдання, його комплектності (вимагає знань з однієї або кількох різних тем), типового (за алгоритмом) або нестандартного розв'язку, кількості послідовних логічних кроків та операцій, здійснюваних учнем під час її розв'язування.

2. Кроки диференціювання завдань.

Логічними кроками можна вважати вміння (здатність)[3]:

- Усвідомити фізичну сутність;
- Записати її умову в скороченому вигляді;
- Зробити схему або малюнок, побудувати графіки та проаналізувати їх;
- Виявити, яких даних не вистачає в умові задачі, та знайти їх у таблицях;
- Обрати чи вивести формулу для знаходження шуканої величини;
- Виконати відповідні математичні дії та операції;
- Здійснити обчислення числових значень невідомих величин;
- Оцінити одержаний результат та його реальність, раціональність обраного способу розв'язування задач.

3. Вимоги МОН України до учнів, які розв'язують завдання по творчому рівні: учень самостійно розв'язує комбіновані, типові задачі стандартним або оригінальним способом, розв'язує нестандартні задачі.

І.3.3. Мотивація моєї диференціації:

1. Диференціація дозволяє учневі ознайомитись із всією глибиною фізичного явища.
2. Різноманітність завдань показує, що ще треба вивчити, щоб за тему отримати вищий бал.
3. Диференціація створює умови для конкуренції між учнями, підвищує мотивацію навчання в цілому.
4. Вміння чи невміння учнями розв'язати задачу вдома щоразу вищого рівня дозволить батькам, зацікавленим у

знаннях дитини, передбачити стан підготовки до контрольної роботи та передбачити оцінку за тему.

5. На моделі диференціації в школі учень пристосовується до диференційованого підходу в оплаті праці в реальному житті.

І.4. Як організувати роботу з творчо обдарованими дітьми?

Для організації такої роботи спочатку треба навчитись зацікавити учня, захопити його науково – дослідницькою діяльністю. Я це роблю на уроках і на заняттях МАН за допомогою фізичних фокусів і залучаю до співпраці своїх вихованців. При цьому запевняю їх, що така співпраця допоможе їм влитись в ряди інтелектуального потенціалу людства: учні допомагають вчителю, вчитель вдосконалює професіоналізм, шукає нові методичні прийоми роботи. Таким прийомом став проект Всеукраїнського масштабу – ТЮФ[4]. У любителів подорожей є приказка: «Важливо не куди йти, а з ким!» Завдання ТЮФ є оригінальні, непоставлені, тобто чіткого їх розв'язку не існує.

Розв'язування цих творчих завдань вчить слухати одне одного, вести дискусію, бо саме в суперечках народжується істина. Ці розв'язки вимагають прецизійної постановки експериментів. Якщо такі дослідження не виходять у моїй лабораторії, запрошую учнів до дослідів у лабораторіях фізичного факультету та факультету електроніки ЛНУ імені Івана Франка. Таким чином додатково проводиться профорієнтаційна робота, забезпечується майбутнє своїй справі, тобто, фізиці.

Учні починають в реальності розуміти застосування досліджуваного явища в житті людини і техніці.

І.4.2. Розв'язування і розв'язок.

Розв'язок вимагає від учня і вчителя докладних знань з хімії, біології, математики, інформатики; приводить до радості відчуття вміння опанувати навколишній світ і висловлювати власну думку. Учні вчаться швидко схоплювати нові ідеї, миттєво аналізувати їх, вчаться відстоювати свою точку зору. Розв'язування таких завдань ТЮФ – навчання колективної розумової праці.

Наслідок: розв'язані задачі ТЮФ – дзеркало, в якому бачимо свої помилки і стараємося їх не допускати.

I.5. Робота з творчо обдарованими дітьми на уроці.

Щоб почати творчу співпрацю, необхідно переконатись, що ці учні досконало засвоїли теоретичний матеріал і оволоділи методикою розв'язування різнорівневих завдань. Тому, коли учень впорався на уроці зі стандартним завданням: будь-то якісне, будь-то кількісне завдання, можна приступати до співпраці. Це я роблю так:

1. Дозволити учневі помріяти: а де ж можна використати вдома дане явища? А як?
2. «Чи знаєш ти, як застосовується дане явище в техніці?» - тоді учень може працювати з довідниковою літературою, що є у фізичному кабінеті, наприклад [5-11], або з матеріалом підручника, що має назву: «Хочеш знати більше? Прочитай!».
3. Є дуже багато цікавих якісних і кількісних завдань олімпіадного рівня – якщо цікаво це учневі та в цьому зацікавлений учитель, наприклад у [12-19], у 7,8 класах – дітям цікаво, чи справляться вони зі завданнями, які є в збірниках для 9-11 класів по даній темі [20-22].
4. Використання методу конкуренції – хто швидше: я чи учень зроблять на вибір учня цікаве завдання?
5. Метод зацікавлення: а давай разом спробуємо розв'язати складне завдання.
6. Дати завдання технічного спрямування з використанням міжпредметних зв'язків.
7. Зробити Д/З творчого рівня, а вдома виконати цікавий дослід [23, 24].

Якщо учень вміє робити логічні висновки про виконане завдання, оцінює правильність вибору моделі та способу опису даної моделі, то це є гарантією 12 балів: як на уроці, так і на контрольній роботі. До цієї «зброї» також входить досконале володіння міжпредметними зв'язками:

- Алгебра – а) вміння розв'язувати рівняння;
б) вміння перетворювати формулу.
в) вміння розв'язати систему рівнянь.

- Геометрія – вміння відобразити на рисунку тонкості завдання.
- Креслення – вміння проектувати власну модель на площину.
- Хімія, біологія – можна почерпнути знання із даних предметів для опису моделі, знати будову речовини.

II. Методичний підхід до творчої роботи з учнями на уроках і вдома по окремих розділах фізики.

II.1. Основа моєї диференціації.

Основою диференціації кількісних завдань є математичний апарат, необхідний для розв'язку та знання учнями фізичного змісту досліджуваних явищ, а якісних завдань – знання та розуміння учнями фізичного змісту досліджуваних явищ. Я диференціюю роботу для учнів і в класі, і додому.

II.2. Створення сприятливої психологічної атмосфери.

Сьогодні основним методом роботи на уроці є діяльнісний, який закликає до співпраці! Учнім корисно послухати цікаву історію, щоб настроїтись на співпрацю. На курсах підвищення кваліфікації я почув таку повчальну історію:

«Цих 4 звали: Усі, Хтось, Кожний, Ніхто. Їм необхідно було виконати дуже важливе завдання і Усі був впевненим, що Хтось це зробить. А Кожний міг зробити це, але і Ніхто цього не зробив. Хтось розгнівався, бо це завдання Кожного.

Усі вважав, що Кожний може виконати це, та Ніхто не зрозумів, що Усі цього не зробить. Закінчилося тим, що Усі обвинуватив Кожного, коли Ніхто не виконав того, що Кожний мав **зробити сам!!!**»

II.3. Психологічний аспект творчості.

II.3.1. Психологія лідерства.

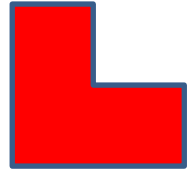
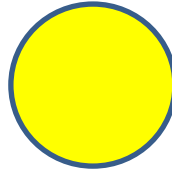
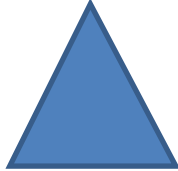
Ньютон, Тесла, Айштайн... Вони були лідерами у фізиці, вони випереджали епоху на цілі століття. Тому я стараюсь учням прищепити психологію лідерства, що має великі переваги над

психологією «кнута та пряника», адже приносить радість перемог.

П.3.2. Розвиток психології лідерства: виконання тесту на вибір геометричної фігури.

Психологічний тест з вибором геометричної фігури на виявлення лідера – розвиток психології лідера:

Визнач, яка фігура тобі найбільше подобається:



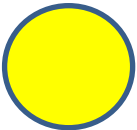
Пояснення вибору:



Ти працелюбна та старанна дитина. Будь-яку справу доводиш до кінця. Тобі подобається, коли всі речі на своїх місцях. Але інколи ти надто прискіплива людина.



Ти цілеспрямована людина, наполеглива в досягненні мети, любиш керувати іншими, але не любиш, коли тобою командують.



Ти доброзичлива людина, любиш допомагати іншим. Але інколи твоя допомога є на словах.



Ти цікава та допитлива людина, з легкістю отримуєш нові знання. Тобі подобається все нове. Але ти інколи не знаєш, що хочеш, не можеш визначити головне.



Ти вигадлива людина і вигадки для тебе – звична річ. Іноді вони є корисні та смішні. Але твої вчинки тяжко передбачити і ти не знаєш, що зробиш наступної миті.

П.4. Приклад диференціації задач із механіки з власного досвіду.

Приклад диференціації завдання творчого рівня, 12 балів:

Людина, що йде вниз ескалатором, який опускається, витрачає на спуск 1 хв. Якщо людина йтиме в 2 рази швидше, то на спуск витратить на 15 с менше. Скільки часу людина спустатиметься, стоячи на ескалаторі [12]?

Розв'язування: Створюємо модель ескалатора у виді похилої площини довжиною L . Нехай v - швидкість людини, а u – ескалатора.

$t_3 = ?$	Тоді в 1 випадку: $L = (v + u) t_1$
	А в 2 випадку: $L = (2v + u) t_2$.
$t_1 = 1 \text{ хв}$	Тому в 3 випадку: $L = ut_3$. Об'єднуємо ці 3 рівняння в систему. Вона має 4 невідомі.
$t_2 = 45 \text{ с}$	Але в трьох випадках людині треба подолати L . З 1 і 2 рівняння знаходимо взаємозв'язок між v та u : $(v + u) t_1 = (2v + u) t_2$; $2v = u$.

Об'єднавши 3 і 2 рівняння, та замінивши u на $2v$, ми позбулися відразу 2 невідомих та визначили t_3 : $t_3 = 2t_2 = 90 \text{ с}$.

На домашнє завдання пропоную розв'язати задачу про неуважного пасажира зі збірника задач І. М. Гельфгата для 9 класів:

Неуважний пасажир, піднімаючись вгору по ескалатору нарахував 40 сходинок. Піднявшись, він зауважив, що забув сумку вниз. На подив, при спуску, нарахував 80. Скільки ж сходинок на нерухомому ескалаторі?

П.5. Приклад диференціації завдань зі статички з власного досвіду.

П.5.1. Здивування учнів:

- Дослід-фокус із підняттям системи конусів по похилій площині вгору проти сили тяжіння, фото П.1:



- Дослід з танцями власних виготовлених фігур на натягнутому канаті, фото П.2:



П.5.2. Рівнева диференціація завдань.

У творчому рівні можна розрізнити три типи завдань: експериментальне, якісний дослід з досвіду та задача.

Робота в класі:

12:

- 1) Поясніть дослід-фокус із підняттям системи з двох конусів по похилій площині.
- 2) Пояснення досліді з власних спостережень: чому поліно плаває в горизонтальному, а не вертикальному положенні, хоча $F_A = mg$?

3) Розв'яжіть задачу: знайти справжню вагу тіла, яке при зважуванні на не рівноплечому важелі на короткому плечі важило P_1 , а на довгому P_2 .

10:

1) Пояснення досліду з рівновагою вилок у корці з голкою:виделки по боках в корці, який проколтий голкою вертикально по центру;голкою ставимо на закриту пляшку і заставляємо систему обертатись,фото П.3:



2) Все це також виконую на язиці, з одною вилкою в корці,

фото П.4:

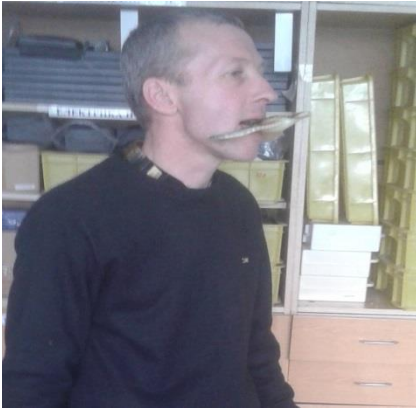


- 2) Пояснення досліду з власного досвіду: чому рюкзак нести легше, коли трохи нагнутись вперед?
- 3) Розв'яжіть задачу: знайдіть центр маси плоскої круглої пластинки з радіусом R , з якої вирізали круг радіуса r , який в 2 рази менший за R і дотикається до краю пластинки.

Д/З

12:

- 1) Пояснення досліду з прирученою пташкою на язичі, фото П.5:



- 2) Поясніть дослід з досвіду: як діє іграшка «Ванька, встань – ка»!
- 3) Розв'яжіть задачу: знайдіть центр маси системи 10 куль вагою P_1, \dots, P_{10} і радіусами R_1, \dots, R_{10} , які дотикаються одна до одної та розміщені на одній прямій.

10:

- 1) Поясніть, як втримує рівновагу еквілібрист-канатоходець: **відео 1** з відеотеки фізичного кабінету? Чому його так назвали?
- 2) Поясніть дослід з досвіду: як легше з рюкзаком йти під гору?
- 3) Розв'яжіть задачу: знайдіть силу F , яку треба прикласти горизонтально до осі колеса радіусом R і масою m , щоб воно вискочило на сходинку висотою h ?

III. Розв'язування та розв'язки деяких оригінальних завдань ТЮФ.

У цьому розділі є розв'язки завдань Всеукраїнських турнірів юних фізиків з трьох розділів: оптики, механіки та молекулярної фізики. Ці вибрані розв'язки побудовані на основі вдало виконаних експериментів, що викликають подив та захоплення побаченим, демонструють застосування досліджень у житті та всю велич математичного апарату, стимулюють до пошукової та колективної праці.

III.1. Оптика - вода – аналізатор!

Умова: дослідити і пояснити вигляд зображень, утворених при вертикальному проходженні лазерного променя через плівку води, утворену на вузькій щілині.

• Постановка експерименту:

Відео 2 – дослідження картини від проходження лазерного променя через водяну плівку на екрані: відеотека фізичного кабінету.

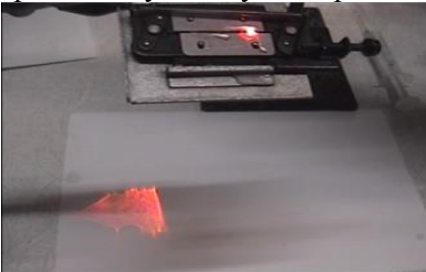


Фото III.1. Вигляд установки для дослідження поведінки лазерного променя та результуюча картина.

Розв'язок: тут мають місце два ефекти:

1. Інтерференція в тонкій плівці та дифракція на краю щілини. В результаті **інтерференції** утворюються концентричні кола (смуги рівного нахилу). Для білого світла – це набір різнокольорових кілець, для монохроматичного (наш випадок) – набір темних і світлих кілець. Інтенсивність інтерференції в даному випадку визначають за формулою:

$$I = I_0 \left(1 + \cos \left(2hn \cos r \pm \frac{\lambda}{2} \right) \right) \quad (3.1)$$

де I_0 – початкова інтенсивність,

h – товщина плівки рідини,

n – показник заломлення рідини, що утворює плівку, в нашому випадку це вода,

r – кут падіння світлової хвилі на плівку.

2. В результаті **дифракції** світла утворюються вертикальні чи горизонтальні залежно від розташування щілини смуги. Інтенсивність світла в даному випадку записують так:

$$I = I_0 \frac{\sin^2\left(\frac{\pi b}{\lambda} \sin\varphi\right)}{\left(\frac{\pi b}{\lambda} \sin\varphi\right)^2} \quad (3.2)$$

де I_0 – початкова інтенсивність та ж сама, що й у випадку інтерференції,

b – ширина щілини,

φ – кут дифракції.

Сумарна картина, яка утворюється в результаті цих двох ефектів визначатиметься формулою:

$$I = I_0 \left[1 + \frac{\sin^2\left(\frac{\pi b}{\lambda} \sin\varphi\right)}{\left(\frac{\pi b}{\lambda} \sin\varphi\right)^2} + \cos(2hncosr \pm \frac{\lambda}{2}) \right] \quad (3.3)$$

Вигляд цієї картини такий – фото III.2:

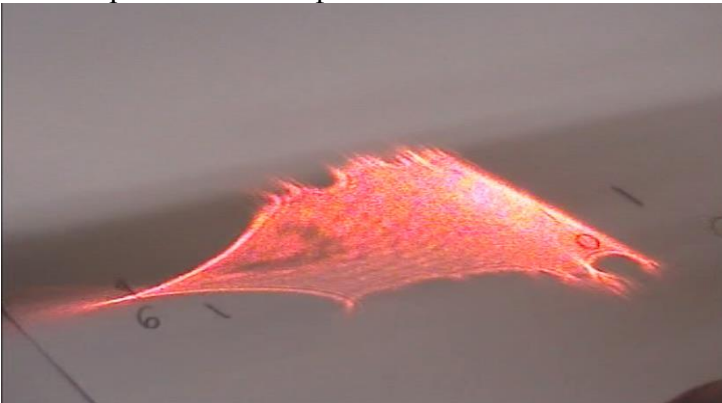


Фото III.2. Вигляд результуючої картини від водяної плівки.

Узагальнення:

- Формула (3.3) описує складну фігуру, дещо подібну до еліпса [5,6]. Отримана на експерименті трохи розмита форма еліпса

зумовлена різною товщиною плівки, що приводить до утворення не повністю концентричних кілець. Крім того, не строга паралельність країв щілини призвела до не чіткості ліній дифракційних екстремумів

- В спостережуваному ефекті також має місце часткове розсіювання світла як на дефектах плівки так і на краях щілини. Накладання вище наведених ефектів спотворює утворену сумарну «інтерференційно-дифракційну» картину. «Дихання» на відео 2 утвореної картини зумовлене зміною кута падіння променя на плівку та край щілини, і, відповідно, зміною кута дифракції.

- У випадку не перпендикулярного падіння променів у формулу (3.3) потрібно вводити додатковий доданок, а це, в свою чергу, приводитиме до подальшого спотворення утвореної картини і її значної зміни при наступному зміні кута падіння.

III.2. Коливання і хвилі - чашка – невиливайка.

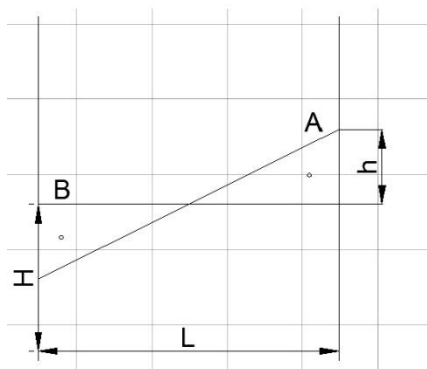
Умова: дослідити, які форми чашки і її дна не дозволять розхлюпнутись каві при ходьбі.

Розв'язок:

Форма чашки, швидкість ходьби та інші параметри можуть вплинути на розливання. Коливання води в чашці починається, коли поверхня води кладе навіть малий кут з горизонтом, тобто при малому нахилу горнятка. При цьому поверхня води залишається рівною, але коливається відносно горизонту.

Коли ми йдемо, то тому ми стараємось не рухати рукою, щоб не було навіть малих коливань! Якщо ж частота малих коливань співпадає з частотою ходьби, відбудеться резонанс і кава почне виливатись з горнята. Якщо воно повне, виливатись буде відразу. Тому ще необхідно дослідити параметри ходьби і параметри чашки.

I. Нехай чашка прямокутна



$h \ll H$: висота підняття кави при малих коливаннях суттєво менша за висоту рівня кави в чашці.

Вода коливається, як гармонічний осцилятор, (журнал «Квант»), бо коли ми йдемо, наш центр мас зміщується:

$$W_{z.o.} = \frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} m\vartheta^2 = \frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} m\dot{x}^2$$

Причина: переміщення центра маси і ріст потенціальної енергії маси рідини, яка коливається та набуття нею швидкості.

$$E_{nom} = M g y_c$$

Кінетична енергія :

$$E_k = \frac{M\vartheta^2}{2} = \frac{1}{2} M(\vartheta_x^2 + \vartheta_y^2); v_x^2 \gg \vartheta_y^2 \Rightarrow E_k = \frac{1}{2} M\vartheta_x^2 = \frac{1}{2} m\dot{x}^2$$

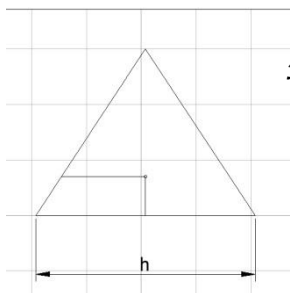
$$\text{Повна енергія : } E = E_k + E_m = \frac{1}{2} M\vartheta_x^2 + M g y_c$$

$$x_A = \frac{L}{3} = \frac{L}{2} \times \frac{2}{3} x_B = -\frac{L}{3}$$

L – товщина шару

$$y_A = \frac{H}{2} + \frac{h}{3} y_B = \frac{H}{2} - \frac{H}{3}$$

Для центра маси , який має координати x_c і y_c :



$$x_c = \frac{\varepsilon x_i m_i}{\varepsilon m_i} = \frac{x_A m_A + x_B m_B}{m_A + m_B}$$

$$y_c = \frac{\varepsilon y_i m_i}{\varepsilon m_i} = \frac{y_A m_A + y_B m_B}{m_A + m_B}$$

$$m_A = \rho \frac{L}{2} \left(H + \frac{b}{2} \right) a; \quad m_B = \rho \frac{L}{2} \left(H - \frac{H}{2} \right) a$$

$$m_A + m_B \sim Lh$$

$$x_c = \frac{\frac{L}{3} \left(\frac{Lh}{2} + \frac{Lh}{4} \right) - \frac{L}{3} \left(\frac{Lh}{2} - \frac{Lh}{4} \right)}{Lh} = \frac{Lh}{6H}$$

$$y_c = \frac{h}{3} \left(\frac{Lh}{2} + \frac{Lh}{4} \right) - \frac{h}{3} \left(\frac{Lh}{2} - \frac{Lh}{4} \right) = \frac{h^2}{6H}$$

$$x_c \gg y_c$$

$$\vartheta_x = x'_c = \frac{Lh'}{6M} L \gg h \Rightarrow \vartheta_x \gg \vartheta_y$$

$$\vartheta_y = y'_c = \frac{Lh'}{3h}$$

$$\Delta E_{nom} = Mg \frac{h^2}{6H}$$

$$E_k = \frac{1}{2} M \vartheta_x^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{Lh'}{6M} \right)^2 = \frac{1}{2} \frac{ML^2 (h')^2}{36H^2}$$

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2 + \frac{1}{2} m \dot{x}^2$$

Порівнюючи ці формули, бачимо:

$$\left\{ \begin{array}{l} m \omega^2 = \frac{mg}{3H} \quad \omega = \sqrt{\frac{12Hg}{L^2}} \\ \left| \begin{array}{l} m = \frac{ML^2}{36h^2} T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{12Hg}{L^2}}} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

$$T = \alpha \frac{L}{\sqrt{gH}}$$

$$T = \frac{\pi}{\sqrt{3}} \frac{L}{\sqrt{gH}} \alpha = \frac{\pi}{\sqrt{3}} = 1.81$$

Дані розрахунків: прямокутна чашка.

$$L = 3 \text{ см}$$

$$H = 5 \text{ см}$$

$$T = 0.0775 \text{ с}$$

$$v = 12.9 \text{ Гц}$$

Крок: $L = \frac{v}{v}$

Заборонено йти зі швидкостями: 1 м/с з кроком 7 см, 2 м/с з кроком 14 см.

II. Для квадратної чашки:

$$H=L = 3 \text{ см}$$

$$T = 0.1 \text{ с}$$

$$v = 10 \text{ Гц}$$

Заборонено:

Крок 20 см, швидкість 2 м/с

Крок 30 см, швидкість 3 м/с

Правила ходьби:

Якщо ми будемо рукою "відчувати" коливання, тобто ту резонансну частоту, яку ми визначили для прямокутної і квадратної чашки, то тоді довжина основ таких чашок буде відігравати роль діаметра круглої основи циліндра. Коливання також гармонічні і кава буде коливатись, як гармонічний осцилятор.

"Відчуття" означає чашку нести в руці не за вушко, а за всю чашку, тримати її всіма пальцями навколо вершини, щоб навіть загасити такі маленькі коливання.

На швидкісних поїздах і на круїзних лайнерах до перших страв на обід подають дві ложки. В кораблях для уникання "качки" в

трюмах на протилежних боках встановлюють баки з водою, які будуть коливатись у протифазах і гасити резонансні частоти.

Наслідок:

Якщо ж не дотримуватись цих певних правил ходьби нести чашку за вушко чи дно чи навіть на підносі, йти трохи боком, то коливання може "наразитись" на резонансні частоти ще й іншого плану:

III. Кругле дно.

1. Кава почне коливатись, обертатись не тільки в напрямку руху, а ще в поперечному напрямі. Тоді ми отримаємо накладання таких коливань, які в теоретичній механіці описуються фігурами Ліссажу і тоді вже маємо випадок не осцилятора, а різні випадки траєкторії для певних величин відношень періодів \perp коливань: в напрямку руху і впоперек руху:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{4}$$

$$\begin{cases} x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1) \\ y_1 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2) \end{cases}$$

Математика дає залежність $y(x) =$

$$1) - \begin{cases} \frac{x}{A_1} = \cos\omega t \cos\varphi_1 - \sin\omega t \sin\varphi_1 & | \bullet \cos\varphi_2 \\ \frac{y}{A_2} = \cos\omega t \cos\varphi_2 - \sin\omega t \sin\varphi_2 & | \bullet \cos\varphi_1 \end{cases}$$

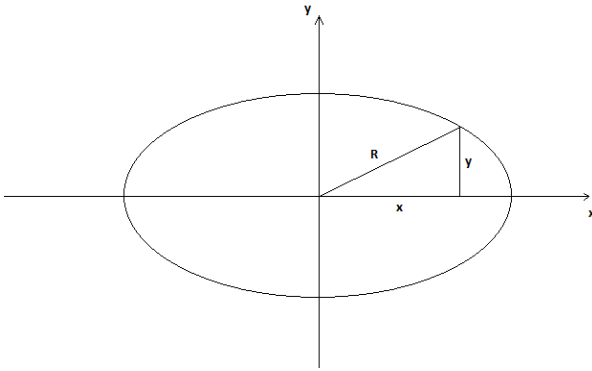
$$(*) \frac{x}{A_1} \cos\varphi_2 - \frac{y}{A_2} \cos\varphi_1 = \sin\omega t \sin(\varphi_2 - \varphi_1)$$

$$2) - \begin{cases} \frac{x}{A_1} = \cos\omega t \cos\varphi_1 - \sin\omega t \sin\varphi_1 & | \bullet \sin\varphi_2 \\ \frac{y}{A_2} = \cos\omega t \cos\varphi_2 - \sin\omega t \sin\varphi_2 & | \bullet \sin\varphi_1 \end{cases}$$

$$(**) \frac{x}{A_1} \sin \varphi_2 - \frac{y}{A_2} \sin \varphi_1 = \cos \omega t \sin(\varphi_2 - \varphi_1)$$

(*) і (**) підносимо до квадрату і додаємо. Отримуємо рівняння траєкторії:

$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1 A_2} \cos(\varphi_2 - \varphi_1) = \sin^2(\varphi_2 - \varphi_1)$$



$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = R^2 -$$

Характеристики траєкторії залежать від різниці фаз $(\varphi_2 - \varphi_1)$

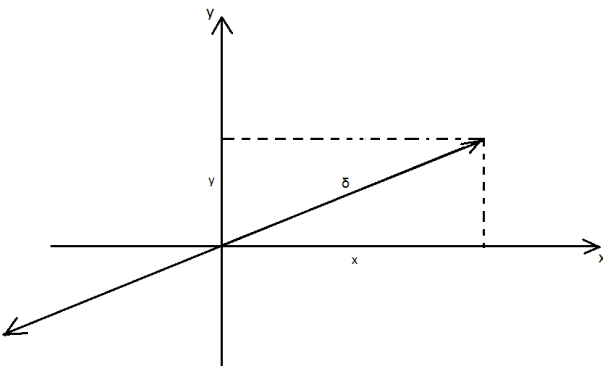
Якщо фази однакові :

$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1 A_2} = 0$$

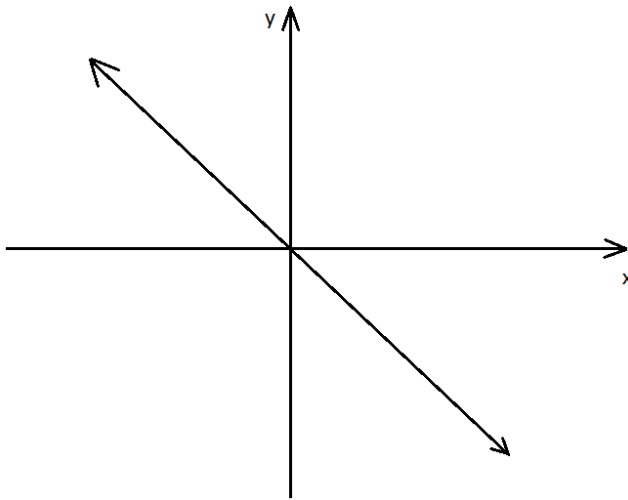
$$\left(\frac{x}{A_1} - \frac{y}{A_2}\right)^2 = 0, \text{ отже}$$

$$\frac{x}{y} = \frac{A_1}{A_2}$$

$y = \frac{A_1}{A_2} x$; $y = kx$ – рівняння прямої



$$S = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{A_1^2 + A_2^2} \cos(\omega t + \varphi)$$



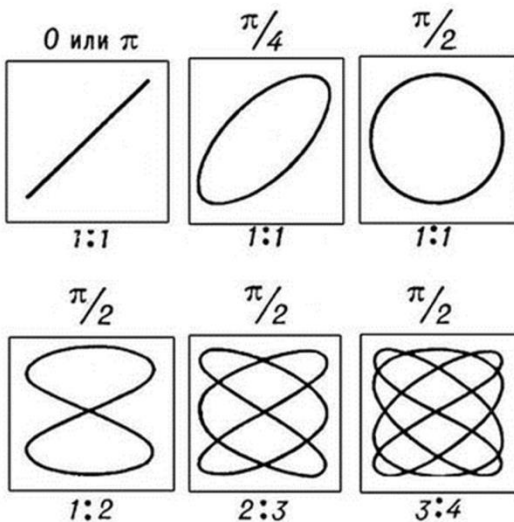
$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2}$$

Якщо $\varphi_2 - \varphi_1 = \pi$, то $\frac{x}{y} = -\frac{A_1}{A_2}$, отже $y = -\frac{A_1}{A_2}x$ - рівняння прямої коливання відбувається в 2,4 четвертях.

Якщо $\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{\pi}{2}$, то $R = 1$ - еліпс.

Якщо $A_1=A_2$ еліпс перетворюється в коло:

$$x^2 + y^2 = 1$$



$\begin{cases} x = A \cos \omega t \\ y = -A \sin \omega t \end{cases}$ - коло
 коливань по годинниковій стрілці з радіусом A

$\begin{cases} x = A \cos \omega t \\ y = A \sin \omega t \end{cases}$ - коло
 проти годинникової стрілки з радіусом A

Висновки:
 Для квадратної і прямокутної чашки:

- Заборонено йти швидко невеликими кроками
- Форма бічної поверхні чашки вище рівня кави:

Не плоска, а наприклад сферична, бо для того ж кута нахилу маса кави підніметься менша, бо центр маси буде нижче за форму трикутника

- Рівняння такої поверхні : $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = R^2$

- Ще вигідніша форма бічної поверхні чашки вище рівня кави: параболічна ($y = ax^2 + bx + c$), або кубічна парабола, тобто чим крутіший підйом, тим менша ймовірність при резонансі вихлюпування кави.

Для круглого дна:

- Якщо йти при результуючій фігурі Ліссажу- пряма: 2 і 4 чверть- заборонено йти кроком зі співпаданням періодів у ліву сторону.
- Якщо йти при результуючій фігурі Ліссажу пряма: 1 і 3 чверть – заборонено йти кроком зі співпаданням періодів в праву сторону.
- Якщо йти при результуючій фігурі Ліссажу еліпс: якщо розміри еліпса: подвійний ексцентриситет, перевищують діаметр дна чашки, то появляються биття, які без резонансно, або й ні, можуть викликати вихлюпування кави з чашки.
- Якщо йти при результуючій фігурі Ліссажу коло: якщо радіус кола перевищує радіус дна чашки, то знову відбудеться без резонансне вихлюпування
- Таке саме нас очікує при фігурах Ліссажу в вигляді перекручених еліпсів з гантелями, тобто турбулентностями, які просто можуть привести до вихлюпування кави.

III.3. Молекулярна фізика – вода в решеті з марлі.

Умова «марлевої невиливайки»:

Налийте в пляшку $\frac{1}{4}$ об'єму води. Закрийте шийку марлею і акуратно переверніть пляшку. Вода не виливається. Дослідіть, яких максимальних розмірів можуть бути комірки марлі, щоб ефект спостерігався.

Розв'язання:

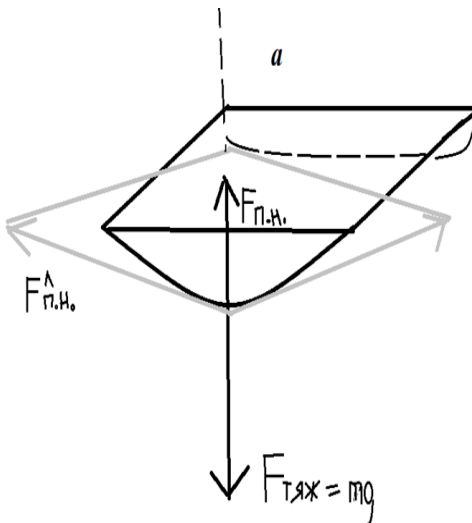
I. Теоретичне обґрунтування:

1. Фізичний зміст явища – аналогія з решетом! Зрозуміло, що фізичний зміст цього утримування води, як і в решеті - явище змочування або незмочування та поверхневого натягу, фото П.3:



2. Умови рівноваги краплі в комірці:

Комірка – квадрат зі стороною a : рис .1-



На рисунку 2 зображено дію діючих сил на краплю:

$$F_{п.н.} = R(F_{п.н.}^{II}, F_{п.н.}^{I})$$

$F_{тяж.} = m_k g$ – сила тяжіння,

m_k – маса краплі.

$F_{п.н.} = 4\sigma a$ – сила поверхневого натягу,

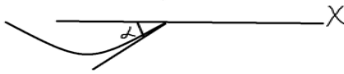
σ – коефіцієнт поверхневого натягу.

3. Будова марлі: марля – обезжирена карболовою кислотою бавовняно- паперова система ниток, переплетених між собою у вигляді періодичної решітки - сітки.

4. Краєві ефекти, фото П.4:



І. Цікавою є поверхня форми на краях, а саме кривизна кривої К при вершинах квадрату. Цей ефект враховується так: форма поверхні – диференціальне рівняння другого порядку, рис. 3:



II. Математичний опис виду поверхні[25].

$$\Delta p = \frac{\sigma}{R(x,y)} = \sigma K$$

$$K = \frac{d\alpha}{ds} - \text{кривизна поверхні}$$

$$ds = x(x, \alpha) dx$$

$$ds = Y(Y, \alpha) dy$$

$$\sigma K = gpy$$

$$\Delta p = gpy$$

$$\frac{\rho g y}{\sigma} = \frac{da}{ds}$$

$$\frac{\rho g}{\sigma} y dy = \frac{da}{Y(y,a)}$$

$$\frac{\rho g}{\sigma} y dx = \frac{da}{X(x,a)}$$

5. *Ефект товщини нитки:*

I. Нитка промокає і її товщина робиться більшою, звужуючи комірку, тобто підсилюючи ефект.

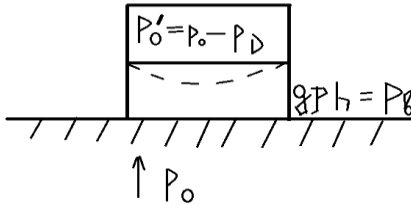
II. Цей ефект ненадовго, бо промокла нитка в місцях стику починає стікати і протікати, руйнуючи плівку на стиках комірок додатковою силою тяжіння.

III. Промокла нитка, ненадовго підсиливши ефект, підсилює ефект змочення, яке стає повним змоченням завдяки карбоновій кислоті. Це, на відміну від неповного змочення, при утримуванні

води в решеті або повному незмоченню при триманні води в решеті, обробленому, наприклад, парафіном.

6. Аналогія з дослідом з перевертанням стакану з водою, прикритого папером, який змочується водою.

В цьому надзвичайно цікавому досліді демонструється дітям 7 класу існування P_0 , а старшокласникам необхідно розкрити всі таємниці: тиск повітря над водою є меншим від P_0 , бо вода, змочивши стінки стакану, прогинається, збільшуючи об'єм повітря при цьому – за Бойлем-Маріоттом: $P_0 V_1 = P'_0 V_2$, $P'_0 < P_0$, бо $V_2 > V_1$ – рис. 4:



Тому воду в стакані втримує не сам P_0 , а рівнодія сил тисків. Аналогічно, в нашому випадку, вирізи-комірки просто послаблюють описаний ефект, але він присутній, бо вода змочує стінки пляшки: і тиск над водою в пляшці знову стає менший за P_0 , бо об'єм повітря збільшується внаслідок прогинання плівки. Появляється додаткова сила, напрямлена вгору: рівнодія поверхневого натягу по всій поверхні змочення пляшки всередині:

$$F_0 = \Delta p S_{3M}$$

S_{3M} – площа перерізу змочення

$$\Delta p = p_0 - p_g \Delta p = p_0 - \frac{2G}{R}$$

σ – коефіцієнт поверхневого натягу,

R - радіус кола, по якому вода змочила пляшку всередині – внутрішній радіус пляшки.

$$S_{3M} = \pi R^2$$

II. Наші дослідження з різними $S_{\text{комірки}}$

1. **Відео 3** – незмочування: відеотека фізичного кабінету.
2. **Відео 4** –змочування: вода не виливається з перевернутого стакана, відеотека фізичного кабінету.

III. Розрахунки:

1. Виділяємо стовбець води висотою h над коміркою і записуємо умову його рівноваги

$$m_k g = F_{n.n.} + F_{\sigma}$$

$$m_k = g \rho a^2 h$$

$$F_{n.n.} = 4 \sigma a$$

$$g \rho a^2 h = 4 \sigma a + \frac{2 \sigma}{R} \times S_{3M}$$

2. Знаходимо h води в пляшці:

$$V = 516 \text{ см}^3$$

$$V^I = \frac{1}{4} V = 129 \text{ см}^3$$

$$h = 10 \text{ см}$$

3. Розв'язок умови рівноваги:

$$g \rho a^2 h - 4 \sigma a - \frac{2 \sigma}{R} \times S_{3M} = 0$$

$$\frac{2 \sigma}{R} \times S_{3M} = \frac{2 \sigma}{R} \pi R^2 = 2 \sigma \pi R$$

$$a = \frac{4G \pm \sqrt{16\sigma^2 + 4g\rho h * \frac{2\sigma}{R} * S_{3M}}}{2g\rho h}$$

Наслідки:

1. Дозволена сторона квадрата решітки:

$$a = \frac{4G \pm \sqrt{16G^2 + 4g\rho h * 2G\pi R}}{2g\rho h}$$

$$a = \frac{4G \pm \sqrt{16G^2 + gphG\pi R}}{2gph}$$

$$a = \frac{2G \pm \sqrt{2G^2 + \pi gphRG}}{gph}$$

2. $a = 1.6 \text{ мм}$.
3. Дослід – 2 мм.
4. Це означає, що свій внесок робить ще й змочення на горлі пляшки на переході від горла до марлі!

ВИСНОВКИ

1. Співпраця батьків, учителів та учнів дозволяє розширити круг пошуку особистості.
2. Диференціація праці на уроках та вдома привчає до самостійності.
3. Диференціація дозволяє учням нестандартно мислити.
4. Диференціація дозволяє передбачати тематичний бал і учням і батькам!
5. Диференціація створює конкуренцію.
6. Конкуренція виховує креативність!
7. Досліди та експерименти і дослідження – різні речі!
8. Читання розв'язків та розв'язування – різні речі!
9. Власне розв'язування, побудова логічних послідовностей та експерименти з наступними дослідженнями є творчістю, яка народжує таланти!

СПИСКИ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. В. А. Сторощук. Дванадцять кроків до майстерності. Харьков. Издательская група «Основа». 2004.
2. О. В. Хоменко. Програми для загальноосвітніх закладів. Фізика. Астрономія. 7 – 12 класи. Київ. Перун. Ірпінь. 2005.
3. О. В. Хоменко. Програми для загальноосвітніх закладів. Фізика. Київ. 2010.
4. О. Н. Палладий. Немного о турнире и себе. Всеукраинский ТЮФ. Одесса. 2011.
5. П. Ф. Фільчаков, Г. П. Бевз, О. М. Боголюбов. Довідник з елементарної математики. Київ. «Наукова думка». 1976.
6. А. Г. Цыпкин. Справочник по математике. Москва. «Наука». 1988.
7. Е. А. Безденежных, И. С. Брикман. Физика в живой природе и медицине. Киев. «Радянська школа». 1976.
8. О. С. Тванов, О. Т. Проказа. Книжка для читання з фізики. Київ. «Радянська школа». 1982.
9. А. С. Енохович. Справочник по физике. Москва. «Просвещение». 1990.
10. В. М. Яворский, Ю. А. Селезнев. Справочное руководство по физике. Москва. «Наука». 1984.
11. І. Д. Жежнич, Б. В. Штогрин. Фізика. Довідник для абітурієнтів. Львів. «Афіша». 2001.
12. І. М. Гельфгат, Л. Е. Генденштейн, Л. А. Кирик. 1001 задача з фізики. Харків. «Гімназія». 2006.
13. П. Михайлик, І. Нікіфоров, А. Кривобок. Готуємось до фізичних олімпіад. Київ. «Шкільний світ». 2005.
14. В. Алексейчук, О. Гальчинський, Г. Шопа. Обласні олімпіади з фізики. Львів. Євросвіт. 2000.
15. Ю. К. Рудавський, Б.М. Романишин. Конкурсні задачі з фізики. Львів. 2001.
16. С. У. Гончаренко, Є. Л. Корженевич. Задачі для фізичних олімпіад. Київ. «Радянська школа». 1975.
17. Г. А. Бендриков, Б. Б. Буховцев. Задачі по физике для поступающих в ВУЗы. Москва. «Наука». 1985.

18. Ю. І. Кірик, О. Б. Айриш, І. О. Кірик, С. П. Ситник, С.Й.Бойко, М. А. Гентуш. Збірник задач з фізики. 7-8 класи. Сокаль. 2008.
19. Ю. І. Кірик. Збірник різномірівневих завдань з фізики для учнів 7-9 класів. Сокаль. 2014.
20. А. П. Римкевич. Збірник задач з фізики для 9-11 класів середньої школи. Київ. «Радянська школа». 1991.
21. В. І. Лукашик. Збірник запитань і задач з фізики для 7-8 класів. Київ. «Радянська школа». 1993.
22. Ф. Я. Божинова, О. О. Кірюхіна, М. О. Чертішева. Комплексний зошит для контролю знань. «Ранок». 2009.
23. В. Сторощук. Досліди з фізики в школі та вдома. 9-11 класи. Київ. «Шкільний світ». 2006.
24. А. Горев. Занимательные опыты по физике». Москва. «Просвещение». 1985.
25. А. С. Бородчук. Молекулярна фізика. Збірник задач. Львів: ЛНУ імені Івана Франка. 2011.

