

Міністерство освіти і науки України
Районне методичне об'єднання вчителів фізики

Вільнянський район

Запорізька

область

МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ОЛІМПІАДНИХ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ

Підготував

Полевіченко Д. В.
вчитель фізики
Матвіївського
ЗНВК «Всесвіт»

2011

Розвиток логічного мислення учнів

Застосування логічних прийомів під час розв'язування задач допомагає встановити причиннонаслідкові зв'язки між явищами й знайти шлях до розв'язання складних теоретичних і практичних задач. Учитель не може покладатися на те, що учні самостійно стануть на шлях правильних логічних міркувань у ході розв'язання задач. Потрібно систематично, планово розвивати мислення учнів, застосовуючи для цього різні прийоми й методи.

Наведемо деякі з них.

1. Учитель уголос демонструє учням приклади власного логічного мислення. Вибравши певну задачу для розв'язання в класі й ознайомивши учнів з її умовою, учитель викладає свої міркування, які підводять учнів до правильного висновку.
2. Учитель пропонує учням самостійно навести міркування, на підставі яких можна було б дати відповіді на запитання задачі. Правильні міркування записують на дошці. Під ними записують висновок.
3. Проведення фронтальних контрольних робіт, у яких учням пропонується розв'язати одну задачу з поясненням.
4. Знаходження найкоротшого й найпростішого способу розв'язання задачі.
5. Ознайомлення учнів із деякими логічними методами дослідження причинно-наслідкових зв'язків.

6. Застосування для розв'язування задач методів подібності й відмінності.
7. Застосування аналогії, що привчає учнів знаходити спільне в різноманітних явищах, зіставляти факти й робити умовиводи про причини та наслідки певних явищ.
8. Формування вміння обґрунтувати обраний спосіб розв'язування задачі й оцінити одержаний результат.
9. Уміння оцінити практичне значення знайденої відповіді, округлити результат, визначити наближену частину.

Поглиблення знань про фізичні величини й ф ункціональну залежність між ними

Поняття фізичної величини потрібно формувати так, щоб забезпечити учням можливість користуватися ним на різних етапах вивчення фізики. Під час розв'язування задач учні мають справу з фізичними величинами в різних варіантах. Розв'язання задач сприяє кращому й глибшому усвідомленню фізичних величин. Надзвичайно важливо, щоб викладання фізики було побудовано так, аби в майбутньому учень міг і повинен був доучуватися, але ніколи не був змушений переучуватися. Оволодіння поняттям фізичної величини буде неповним, якщо розглядати її ізольовано від інших понять. Величини, які характеризують явище або стан тіла, перебувають у певних взаємозв'язках, що визначаються фізичними законами. У ході розв'язування задач і вправ формули ніби «оживають», поняття фізичної величини стає повнішим і конкретнішим. Щоб розв'язати ту чи іншу задачу, учень має міркувати: як співвідносяться ті чи інші величини, як можна виразити цю залежність словесно й аналітично, чи завжди можна у формулах, які виражають фізичні закони, вважати величини, що стоять у лівій частині рівності, за функції величин, що стоять у правій частині.

У процесі розв'язування задач слід вимагати від учнів не тільки вміння математично виражати взаємозв'язки між фізичними величинами, а й давати словесні визначення цих величин. Висловлене вголос визначення фізичної величини розвиває мислення учнів, допомагає їм знайти правильний шлях до розв'язування задачі.

Методи розв'язування задач

Явища, предмети й процеси навколишньої дійсності є досить складними. У процесі їх пізнання виникла наука логіка. Основні її методи — аналіз і синтез — допомагають у вивченні законів природи й суспільства. На основі логічних прийомів мислення виникли основні методи розв'язування задач — аналітичний і синтетичний.

Аналітичний метод

Розв'язування задачі починають із запитання, поставленого в її умові. З'ясувавши фізичну суть питання, записують вихідну формулу, за якою можна визначити шукану величину. Якщо до цієї формули входять величини, не задані в умові, то їх виділяють із вхідної формули (відбувається процес розчленування, аналізу) і складають інші формули для їх визначення. Так роблять доти, доки не знайдуть формулу, до правої частини якої входять тільки величини, відомі за умовою задачі.

Синтетичний метод

Цей метод, на відміну від аналітичного, полягає в тому, що розв'язування задачі починають із визначення будь-якої величини, яку можна знайти безпосередньо з умови; потім складають другу формулу, до якої входить щойно знайдена величина та інші величини за умовою, і так доти, доки поступово не будуть знайдені всі величини, потрібні для визначення шуканої. Отже, окремі елементи задачі узагальнюються в єдине ціле у вхідній формулі.

Обидва методи — аналітичний і синтетичний — однаково правомірні. Тому учнів знайомлять з обома, щоб з'ясувати взаємозалежність між величинами, поданими в умові задачі. Який би метод не було обрано для розв'язування задачі, аналіз її фізичного змісту є обов'язковим. Він завжди повинен передувати вибору методу й способу розв'язання, бо це важливий логічний прийом.

Способи розв'язування задач

Вибір способу розв'язання задачі залежить від математичного розвитку учнів, змісту задачі й тих цілей, які ставить перед собою вчитель на певному етапі викладання.

Способи розв'язування задач

Арифметичний

Алгебраїчний

Графічний

Геометричний

Вислів І. Ньютона про те, що при вивченні наук приклади корисніші за правила, справедливий і сьогодні. У ході вивчення фізики не можна обмежуватися запам'ятовуванням формулювань основних законів. Необхідно вміти використовувати закони для розв'язування задач. Навчитися розв'язувати задачі можна лише в один спосіб — розв'язувати їх якомога більше й частіше. Тільки розв'язуючи задачу, можна скоротити шлях від першого знайомства з фізикою до міцного засвоєння її понять і законів.

Завдання II етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики 8 клас

1. Потяг проїхав відстань між двома станціями із середньою швидкістю за 20 хв. На першій ділянці він рівномірно збільшував свою швидкість, на другій – рухався рівномірно, а на третій – рівномірно зменшував свою швидкість до самої зупинки. Час руху потяга на першій і третій ділянці становить 4 хв. Яка швидкість потяга на другій ділянці під час рівномірного руху? Графік залежності швидкості руху потяга від часу подано на рисунку.

(6 балів)

2. Шлях від місця відпочинку до міста туристи подолали із середньою швидкістю частково пішки, частково автобусом, а потім електричкою. З якою швидкістю пройдено кожен із відрізків шляху, якщо їхні довжини відносяться, як $1 : 4 : 45$, а відповідні їм інтервали часу - як $4 : 1 : 20$?
(6 балів)
3. Завершуючи соте коло, лідер велогонки випередив основну групу на три кола. Визначити середню швидкість лідера, якщо середня швидкість групи .
(5 балів)
4. Інструментальний цех дістав завдання виготовити 150 різців. Скільки сталі на це потрібно, якщо 10% її йде в стружку? Довжина стебла різця 270 мм, ширина 50 мм і висота 45 мм. Густина сталі .
(3 бали)
5. Предмет розміщений між двома взаємно перпендикулярними плоскими дзеркалами. Скільки зображень предмета виникає в цьому випадку?
(5 балів)

Завдання II етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

9 клас

1. У циліндричній посудині радіусом R , що частково заповнена рідиною, густина якої , у боковій стінці є отвір, що закритий пробкою. Яку роботу необхідно виконати, щоб удавити пробку в посудину на відстань L ? Пробка має форму циліндра радіусом r . Центр отвору знаходиться на глибині h . Посудина достатньо висока, щоб рідина з неї не виливалася. Тертям знехтувати.
(7 балів)
2. Електроплитка має три секції з однаковими опорами. При паралельному їх умиканні вода в чайнику закипає через 6 хв. Через який час закипить вода тієї ж маси та тієї ж початкової температури при з'єднанні секцій так, як показано на рисунку?
(5 балів)
3. Матеріальна точка рухається в одній площині. За графіками залежності від часу проекцій та швидкості побудувати траєкторію руху матеріальної точки, якщо її початкові координати відповідно дорівнюють .
(5 балів)
4. У 100 г води при температурі опустили 40 г льоду, що має температуру . При якому співвідношенні води й льоду виникає стан теплової рівноваги в цій системі, якщо вона теплоізолювана? Питома теплоємність води , а льоду . Питома теплота плавлення льоду .
(5 балів)
5. Побудувати зображення предмета, розміщеного перед лінзою, яка має властивість

розсіювати світлові промені, і охарактеризувати його.

(3 бали)

Завдання II етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

10 клас

1. На горизонтальній поверхні стола стоїть широка посудина з водою. Висота води в посудині h , маса посудини разом із водою M . У бічній поверхні посудини біля дна є невеликий отвір площею S , закритий пробкою. Яким має бути коефіцієнт тертя між дном посудини й поверхнею стола, щоб посудина почала рухатись, якщо витягнути пробку? Густина води .
(6 балів)
2. Система вантажів масами m_1 і m_2 знаходиться в ліфті, що рухається вгору з прискоренням a . Визначити силу натягу нитки, якщо коефіцієнт тертя між вантажем маси m_1 і опорою $0,1$. Вантаж маси m_2 відпускають без поштовху. Прискорення вільного падіння вважати рівним g .
(6 балів)
3. Розміщена горизонтально і запаяна з обох кінців скляна трубка розділена стовпчиком ртуті на дві рівні частини. Довжина кожного стовпчика повітря 20 см. Тиск 750 мм рт. ст. Якщо трубку повернути вертикально, ртутний стовпчик опуститься на 2 см. Визначити довжину стовпчика ртуті. Густина ртуті $\rho_{\text{рт}}$, прискорення вільного падіння вважати рівним g .
(6 балів)
4. Алюмінієвий калориметр масою 50 г містить 250 г води при t_1 . Яку кількість пари при температурі t_2 потрібно ввести в калориметр, щоб температура води в ньому підвищилася до t_3 ? Питома теплоємність алюмінію $c_{\text{ал}}$, а води $c_{\text{в}}$. Питома теплота конденсації водяної пари $q_{\text{к}}$.
(3 бали)
5. При послідовному ввімкненні до мережі постійного струму двох провідників сила струму в $6,25$ раза менша, ніж при паралельному ввімкненні цих провідників. У скільки разів відрізняються опори провідників?
(4 бали)

Завдання II етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

11 клас

1. Вимірювання циклічної частоти коливань тіла, маса якого m , що закріплене посередині натягнутої струни, довжина якої $2L$, дали значення ν . Знайти силу пружності, що виникає в струні під час коливань укріпленого на ній тіла.

(5 балів)

2. Між пластинами плоского конденсатора міститься рідкий діелектрик. Рівень рідини щосекунди знижується на 8 см. Пластини приєднано до джерела постійного струму. Ширина пластини 21 см, відстань між ними 2 мм, відносна діелектрична проникність діелектрика 7. Визначити силу струму в колі, якщо до пластин прикладається напруга 750 В. Електрична стала, а відносна діелектрична проникність повітря 1.

(5 балів)

3. Чавунне ядро масою m падає у воді з постійною швидкістю. З якою силою F потрібно тягнути його вгору, щоб воно піднімалося зі швидкістю? Сила опору прямо пропорційна величині швидкості.

(5 балів)

4. Два точкові заряди q_1 і q_2 містяться в повітрі на відстані один від одного. Відносна діелектрична проникність повітря, коефіцієнт пропорційності

1) Визначити напруженість електричного поля в точці M , що міститься на відстані від заряду q_1 і від заряду q_2 на відстані

(2 бали)

2) Яку роботу треба виконати для переміщення заряду q_1 із точки S , що лежить посередині між зарядами q_1 і q_2 , у точку M ?

(3 бали)

5. У вертикально розміщеному циліндрі з поперечним перерізом S , закритому поршнем із масою M , міститься азот, маса якого m . Температура азоту T , а тиск p . Яка сила тертя між поршнем і стінками циліндра, якщо для того, щоб зрушити поршень, газу надали кількість теплоти Q ? Атмосферний тиск дорівнює p_0 , а питома теплоємність азоту при сталому об'ємі c_v .

(5 балів)

ВІДПОВІДІ

до завдань II етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

8 клас 1. . 2. , , . 3. . 4. . 5. Три уявних зображення.

9 клас

1. ; 2. 12хв; 3.

4. Маса льоду, що залишився 30 г; маса води, що буде у посудині 110 г; при суміш

води і льоду буде у відношенні . 5. Зображення предмета яке дає розсіювальна лінза буде уявне, зменшене, пряме.

10 клас

1. ; 2. ; 4,47 Н. 3. ; $a = 20$ см – довжина повітряного стовпчика у трубці, $= 2$ см; см;
4. ;
5. ; .

11 клас

1. ; 2. , 3,34 ; 3. ;
4. , , 384 мДж. 5. .

Розв'язки олімпіадних завдань з астрономії

10 клас

1. Кількість затемнень Сонця і Місяця протягом року приблизно однакова. Але чому набагато частіше ми спостерігаємо повні затемнення Місяця, у той час як повні затемнення Сонця ми бачимо досить рідко? (2 бали)

Розв'язання: Затемнення Місяця можна побачити на всій півкулі Землі, де Місяць знаходиться над горизонтом. Затемнення Сонця бачать набагато менше людей, а саме ті, які знаходяться у вузькій смузі, куди потрапила тінь від Місяця.

2. Під час вибуху Тунгуського метеорита в атмосферу виділилось 10^{17} Дж енергії. Астрономи висунули гіпотезу, що даний об'єкт насправді був ядром комети, яка зустрілась із Землею зі швидкістю 30 км/с. Обчисліть масу ядра цієї комети. (3 бали)

Розв'язання: Якщо вважати, що вся кінетична енергія руху комети перетворилася на тепло, то масу ядра можна обчислити за формулою для кінетичної енергії:

$$m = \frac{2E}{V^2} = 2,2 \cdot 10^8 \text{ кг} \quad \text{Відповідь: } 2,2 \cdot 10^8 \text{ кг}$$

3. Мандрівник випадково опинився в одній із полярних зон Землі. Погода вночі стоїть ясна, але він не знає зоряного неба. Як йому дізнатися про те, у якій півкулі Землі він знаходиться? (4 бали)

Розв'язання: Визначити який полюс планети є північним, а який південним можна в такий спосіб: з Північного полюса світу добове обертання планети виглядає як таке, що відбувається проти ходу годинникової стрілки. Тому

обертання небесної сфери для спостерігача, який знаходиться у Північній півкулі планети, відбувається за годинниковою стрілкою, тобто зі сходу на захід. А у Південній півкулі це обертання, навпаки, виглядає як таке, що відбувається із заходу на схід. При цьому різниця в обертанні небесної сфери найбільш виразно виявляється саме в полярних зонах. Тому, спостерігаючи деякий час за переміщенням зір у їхньому добовому русі, мандрівник може визначити, на яку півкулю Землі він потрапив.

4. На орбітальній станції космонавти вирішили зустріти Новий рік вечерею при свічках. Скільки часу буде горіти на станції свічка, якщо на Землі вона згоряє за 3 години? (5 балів)

Розв'язання: На жаль, із новорічною вечерею при свічках в екіпажу орбітальної станції нічого не вийде. Для горіння свічки потрібен кисень, тому в повітрі, яке безпосередньо оточує полум'я свічки, його вміст швидко зменшиться. Але це ж полум'я нагріває повітря. Нагріте повітря розширюється, стає легшим і піднімається вгору. На його місце надходить холодне повітря, збагачене киснем, що в цьому разі є найважливішим. І свічка продовжує горіти. Явище піднімання нагрітого повітря вгору зветься конвекцією. Вона виникає тоді, коли виштовхувальна сила Архімеда стає більшою від ваги нагрітого повітря. А на орбітальній станції в умовах невагомості конвекція не виникатиме, і свічка швидко згасне.

Узагалі, відсутність конвекції в газі або рідині у невагомості – це суттєва особливість умов на борту космічного апарата.

5. Горизонтальний паралакс Місяця $57'2'',67$, а його середній кутовий радіус $15'32'',7$. Відношення мас Землі і Місяця становить $81,30$, маса Землі $5,98 \cdot 10^{24}$ кг, а її радіус $6,37 \cdot 10^6$ м. Визначити за цими даними середню відстань між Землею і Місяцем, лінійний радіус і середню густину Місяця, а також силу, що утримує Місяць на орбіті, та величину і напрям припливоутворюючого прискорення на земній кулі під дією притягання Місяця. (6 балів)

Розв'язання: Середню віддасть Місяця від Землі знаходимо за формулою:

$$r = 206265'' \cdot R_{\oplus} = 206265 \cdot 6378,16 \text{ км} \cdot 57'60'' + 2,67'' = 384375,7 \text{ км};$$

$$r \approx 384380 \text{ км}.$$

Обчислимо лінійний радіус і густину Місяця за формулами:

$$R = \rho \pi R^{\oplus} = 15 \cdot 60 + 32,7 \cdot 6378,16 \text{ км} = 57 \cdot 60 + 2,67 = 1738,09 \text{ км},$$

$$R \approx 1738 \text{ км};$$

$$\delta = 3M4\pi R^3 = 3M^{\oplus}4\pi R^3 \quad 381,3 = 3 \cdot 5,98 \cdot 10^{24} \quad \text{кг} \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 1738^3 \cdot 10^9 \quad \text{м}^3$$

$$81,3 = 3346,5 \text{ кг/м}^3;$$

$$\delta \approx 3,35 \text{ г/см}^3.$$

Визначаємо силу, що утримує Місяць на орбіті, та припливоутворююче прискорення на Землі під дією притягання Місяця відповідно за законом всесвітнього тяжіння і формулою $J = 2GM/R^3$:

$$F = GM^{\oplus}$$

$$M/r^2 = GM^{\oplus}/r^2 \cdot 81,3 = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,982 \cdot 10^{24} / 384380^2 \cdot 10^8 \cdot 81,3 = 5,166 \cdot 10^{-15} \text{ Н},$$

$$F \approx 5,2 \cdot 10^{-15} \text{ Н};$$

$$J = 2GM/R^3 = 2GM^{\oplus}/R^3 \cdot 81,3 = 2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} / 384380^3 \cdot 10^{12} \cdot 81,3 \approx 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ м/с}^2$$

Напрявлене J від центра Землі.

Відповідь: 384380 км, 1738 км, 3,35 г/см³, 5,2·10⁻¹⁵ Н, ≈1,1·10⁻⁶ м/с²

11 клас

1. Чому в дні рівнодення 21 березня та 23 вересня справжня тривалість дня на 10 хвилин більша, ніж тривалість ночі? (2 бали)

Розв'язання: Тривалість дня трохи збільшує заломлення сонячних променів в атмосфері Землі (явище рефракції). Нам тільки здається, що Сонце знаходиться на горизонті, а насправді воно в цей момент вже опустилося на 0,5 ° нижче від площини горизонту. Так само на світанку Сонце з'являється над горизонтом раніше, тому середня тривалість дня на Землі збільшується приблизно на 10 хвилин.

2. Скільки має тривати доба на Землі для того, щоб на екваторі нашої планети всі тіла були в стані невагомості? (3 бали)

Розв'язання: Для стану невагомості необхідно, щоб прискорення вільного падіння дорівнювало доцентровому прискоренню:

$$g = \omega^2 \cdot R^{\oplus}$$

де $\omega = 2\pi/T$ - кутова швидкість обертання Землі навколо осі,

T- тривалість доби.

Із цих формул знаходимо: $T=2\pi R_{\oplus}g$

Це формула для періоду коливань математичного маятника, у якого довжина дорівнює радіусу Землі.

Підставляючи числові дані знаходимо: $T=5000 \text{ с} \approx 1,4 \text{ години}$.

Відповідь: $\approx 1,4 \text{ години}$

3. Що яскравіше освітлює Землю: Сіріус (-1,5m) чи всі зорі від 5m до 6m, яких на півсфері нічного неба біля 1600? (4 бали)

Розв'язання: Прийmemo середню яскравість вказаних слабких зірок за $m_1=5,5m$. Тоді їх сумарний блиск відповідає одній зорі, яка у 1600 разів яскравіша за m_1 , тобто $I_{m_1} I_{m_1} = 1600$ у формулі $m = m_1 - 2,5 \cdot \lg(I_{m_1} I_{m_1})$. Підставимо значення і отримаємо: $m = 5,5 - 2,5 \cdot \lg 1600 = -2,5m$. Бачимо, що зорі від 5m до 6m освітлюють Землю у 2,5 рази яскравіше, ніж один Сіріус.

Відповідь: зорі від 5m до 6m у 2,5 рази яскравіше

4. З усієї речовини Землі виготовлено дроти завдовжки : а) до Сонця; б) до найближчої до Сонця зорі α Центавра (1,3 пк); в) до Туманності Андромеди ($7 \cdot 10^5$ пк). Знайдіть діаметри цих дротів. (5 балів)

Розв'язання: Об'єм кулі (Землі) дорівнює $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, а об'єм циліндра (дроту) – $V = \pi d^2 L$, де L – довжина циліндра, а d – його діаметр. Рівняючи ці об'єми, одержимо, що діаметр дроту становить:

$$d = \sqrt[3]{4R^3 L}$$

Підставляючи в одержану формулу значення відстані від Землі до Сонця ($1,5 \cdot 10^8$ км), до зорі α Центавра (1,3 пк = $1,3 \cdot 3,1 \cdot 10^{13}$ км) і до Туманності Андромеди ($7 \cdot 10^5$ пк), знайдемо, що діаметри дротів дорівнюють 100 км, 200 м і 25 см відповідно.

Відповідь: 100 км, 200 м і 25 см відповідно

5. Мала планета Веста обертається навколо Сонця по орбіті з великою піввіссю $a=2,362$ а.о. і ексцентриситетом $e=0,089$. Визначити сидеричний і синодичний періоди обертання Вести, її середню швидкість орбітального руху, перигелійну і афелійну відстані та відношення швидкостей в перигелії і

афелії орбіти.

(6 балів)

Розв'язання: Знаходимо, беручи до уваги формулу $T^2 = a^3$ та рівняння $1/S = \pm(1/T - 1/T^\oplus)$ для зовнішніх планет, сидеричний і синодичний періоди обертання Вести:

$$T = a a = 2,3622,362 = 3,63 \text{ року};$$

$$S = T^\oplus \cdot T T - T^\oplus = 1 \cdot 3,633,63 - 1 = 1,38 \text{ року}.$$

Обчислюємо за формулою $v_s = 2\pi a/T$ середню лінійну швидкість, враховуючи при цьому, що Визначаємо за рівняннями, перигелійну і афелійну відстані:

$$r_n = 2,362 \cdot 1 - 0,089 = 2,152 \text{ а.о.},$$

$$r_a = 2,362 \cdot 1 + 0,089 = 2,572 \text{ а.о.}$$

Згідно з формулою $v_{nva} = r_a r_n$ відношення швидкостей Вести в перигелії і афелії орбіти $v_{nva} = 2,572 \text{ а.о.} / 2,152 \text{ а.о.} \approx 1,2$

Відповідь: 3,63 року, 1,38 року, 19,37 км/с, 2,152 а.о., 2,572 а.о., $\approx 1,2$

Література

1. Балаш В. А. Задачи по физике и методы их решения / В. А. Балаш — М. : Просвещение, 1983.
2. Внеурочная работа по физике / Под ред. О. Ф. Кабардина. — М. : Просвещение, 1983.
3. Всероссийские олимпиады по физике / Под ред. С. М. Козела. — М. : Центр-Ком, 1997.
4. Гельфгат И. М., Генденштейн Л. Э., Кирик Л. А. 1001 задача по физике : Учебное пособие. — Х. : ННМЦ Развивающее обучение, 1995.
5. Гончаренко С. У., Кицай М. О., Корженевич Є. Л. Збірник задач республіканських фізичних олімпіад / С. У. Гончаренко, М. О. Кицай, Є. Л. Корженевич. — К. : Вища школа, 1971.
6. Гончаренко С. У., Коршак Є. В. Фізика. Олімпіадні задачі : Випуск 2 / С. У. Гончаренко, Є. В. Коршак. — Тернопіль : Навчальна книга, 1999.

