

ФІЗИКА та АСТРОНОМІЯ В РІДНІЙ ШКОЛІ

НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ЖУРНАЛ

№ 1 (118) СІЧЕНЬ – ЛЮТИЙ 2015

Виходить шість разів на рік

Передплатний індекс 68839

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНЕ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИРОБНИЧЕ ПІДПРИЄМСТВО
ВИДАВНИЦТВО «ПЕДАГОГІЧНА ПРЕСА»

Заснований у 1995 р., видається з 1996 р.

До 2012 р. журнал виходив у світ
під назвою «Фізика та астрономія в школі»,
до 2014 р. – під назвою «Фізика та астрономія в сучасній школі»
Свідчення про державну реєстрацію друкованого засобу
масової інформації серія КВ № 20024-8924Р від 25.06.2013 р.
Схвалено вченою радою НПУ ім. М. П. Драгоманова
(протокол від 25.12.2014 р. № 5)

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Володимир СИРОТЮК, доктор педагогічних наук, професор, НПУ ім. М. П. Драгоманова

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Петро АТАМАНЧУК, доктор педагогічних наук, професор, Кам'янець-Подільський національний університет ім. Івана Огієнка;

Валерій БИКОВ, директор Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, член-кореспондент

НАПН України, доктор технічних наук, професор;

Людмила БЛАГОДАРЕНКО, доктор педагогічних наук, професор, НПУ імені М.П. Драгоманова;

Богдан БУДНИЙ, доктор педагогічних наук, професор, Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка;

Микола ГОЛОВКО, кандидат педагогічних наук, доцент, Інститут педагогіки НАПН України;

Сергій КУЗЬМЕНКОВ, доктор педагогічних наук, професор, Херсонський державний університет;

Всеволод ЛОЗИЦЬКИЙ, доктор фізико-математичних наук, професор, Астрономічна обсерваторія КНУ ім. Тараса Шевченка;

Володимир ЛУГОВИЙ, віце-президент НАПН України, доктор педагогічних наук, професор;

Олександр ЛЯШЕНКО, доктор педагогічних наук, професор, НАПН України;

Михайло МАРТИНЮК, доктор педагогічних наук, професор, Уманський державний педагогічний університет ім. Павла Тичини;

Анатолій ПАВЛЕНКО, доктор педагогічних наук, професор, Запорізький інститут післядипломної освіти;

Богдан СУСЬ, доктор педагогічних наук, професор, Національний технічний університет України «КПІ»;

Клим ЧУРЮМОВ, доктор фізико-математичних наук, професор, Астрономічна обсерваторія КНУ імені Тараса Шевченка;

Микола ШУТ, доктор фізико-математичних наук, професор, НПУ ім. М.П. Драгоманова

ЗМІСТ

ВІЗЬМІТЬ НА УРОКИ

Ігор КОРСУН

Розвиток альтернативної енергетики 2

Ганна КАСЯНОВА

Планування роботи вчителя фізики 6

МЕТОДИКА, ДОСВІД, ПОШУК

Валентина ШАРКО

Цінності як складова компетентності учнів та підготовка вчителя фізики до їх формування 9

Людмила КЛИМЕНКО, Олена ЛІСКОВИЧ,

Ірина МИРОНЕНКО

Трансформація знань: від ученого – до вчителя, від учителя – до учня 16

Григорій РЕДЬКО, Галина ТОЛПЕКІНА,

Ганна ФІБІХ

Логіка методики введення фізичної величини 22

ВИВЧАЄМО АСТРОНОМІЮ

Юрій МИРОШНІЧЕНКО, Микола ЧУМАК

Необхідність створення ділових науково-дослідницьких електронних ігор з астрономії 23

Ігор СЕМЕЦЬУК, Володимир МИСЛІНЧУК

Астрономічні задачі на основі даних Інтернету 28

РОЗВ'ЯЗУЄМО ЗАДАЧІ

Олександр ГРИГОРЧУК

Навчання учнів розв'язування фізичних задач 32

З ІСТОРІЇ НАУКИ

Микола ОСТАПЧУК, Микола ПАШКОВЕЦЬ

Волинські корені К. Е. Цюлковського та його творчі здобутки 39

Микола ГОЛОВКО

Невідомі імена в історії вітчизняної дидактики фізики: внесок Е. К. Шпачинського в становлення методики фізики як педагогічної науки 43

ТВОРЧІСТЬ ЧИТАЧІВ

Віталій САВЧЕНКО

Релеєліада 48

РІЗНЕ

Нобелівську премію з фізики отримали розробники енергозберігуючих ламп.

Створення блакитного світлодіода

уможливило впровадження яскравого й енергозберігуючого джерела світла 5

На с. 2 обкладинки: **ВІЗЬМІТЬ НА УРОКИ**

Розвиток альтернативної енергетики

До статті Ігоря КОРСУНА (с. 2 – 5)

На с. 3 обкладинки: **З ІСТОРІЇ НАУКИ**

Волинські корені К. Е. Цюлковського

та його творчі здобутки

До статті Миколи ОСТАПЧУКА, Миколи ПАШКОВЦЯ (с. 39 – 42)

НАВЧАННЯ УЧНІВ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ

Олександр ГРИГОРЧУК, викладач фізики та електротехніки Київського коледжу будівництва, архітектури і дизайну

Значення розв'язування задач під час навчання. У найширшому розумінні задачею вважають проблему і визначають її як певну систему, пов'язану з іншою системою – людиною. З великої сукупності задач виокремлюють навчальні задачі. Фізичною задачею називається невелика проблема, що її розв'язують на основі методів фізики з використанням логічних умовиводів, фізичного експерименту й математичних дій. Її пропонують учням для того, щоб її розв'язування сприяло досягненню цілей навчання. Формулюється задача переважно словесно, але може супроводжуватися малюнками, схемами, графіками. Вона не завжди формулюється у фізичних термінах, тому часто виникає необхідність формулювати її із застосуванням відповідних фізичних понять. Фізичні задачі є невід'ємною ланкою навчального процесу, навчання учнів розв'язання задач належать до практичних методів навчання.

Часто вчителі фізики вважають, що навчання учнів розв'язування задач – одне з основних завдань усього навчального процесу з фізики. Це, з одного боку, правильно, а з іншого – помилково. Учні обов'язково повинні розв'язувати задачі, оскільки інакше вони не засвоять понять і законів фізики або їхні знання будуть формальними. У процесі розв'язування задач знання учнів конкретизуються, виникає розуміння суті явищ, фізичні поняття і величини набувають реального змісту, в учня з'являється здатність міркувати, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, виділяти головне і відкидати неістотне. Розв'язування задач дає змогу зробити знання учнів усвідомленими, позбавити їх формалізму. Але розв'язування задач не повинне перетворюватися на самоціль, оскільки основне значення цього виду навчальної діяльності – поглиблення знань учнів, розвиток їхнього мислення, формування вміння аналізувати задачну ситуацію і знаходити шляхи її розв'язування, а також уміння творчо підходити до виникаючих проблем.

Таким чином, розв'язування фізичних задач має освітнє значення, оскільки воно сприяє засвоєнню учнями курсу фізики. Навчання учнів розв'язування задач уможливорює формування в них певних видів діяльності, пов'язаних із застосуванням знань у конкретних ситуаціях. Ці види діяльності можуть формуватися як на алгоритмічному, так і на творчому рівнях.

Навчання розв'язування задач з фізики має і виховне значення, оскільки дає змогу впливати на виховання особистості учня. Для розвитку особистості учня важлива сама діяльність у процесі розв'язування задач, коли учень повинен виявити волю, наполегливість, посидючість, самостійність.

Дуже велике значення має розв'язування задач для розвитку учнів, розвитку їхнього логічного мислення, формування вміння робити індуктивні та дедуктивні висновки, використовувати аналогії та евристичні прийоми. Під час розв'язування задач можуть бути створені проблемні ситуації.

Розв'язування задач має і політехнічне значення. У задачах з політехнічним змістом наводяться відомості про технічні об'єкти, виявляються принципи їх роботи, взаємозв'язок між елементами цих технічних об'єктів.

Класифікація фізичних задач. Фізичні задачі класифікуються за змістом, цільовим призначенням, глибиною дослідження питання, способами розв'язування, способами завдання умови задачі, ступенем складності тощо.

За змістом фізичні задачі поділяють залежно від розглядуваного фізичного матеріалу: задачі з механіки, задачі з молекулярної фізики і термодинаміки, задачі з електродинаміки, задачі з квантової фізики тощо. Проте є задачі, в яких використовуються відомості з декількох розділів курсу фізики, їх називають комбінованими, або комплексними.

За змістом розрізняють також задачі абстрактні та конкретні. В абстрактних задачах дані величини подано в загальному вигляді без наведення їх конкретного значення. Наприклад: «Тіло масою m під дією сили F рухається протягом часу t . Який шлях l пройде тіло за цей час, якщо його початкова швидкість дорівнює нулю?». У завданнях з конкретним змістом наводять значення фізичних величин.

Залежно від змісту задачі можуть бути політехнічними, історичними, що містять відомості історичного характеру, які належать до фізики, цікавими.

Оскільки останнім часом усе більше уваги приділяється загальнокультурному компоненту фізики, то складаються задачі, умова яких відображає елементи фізики в культурі, мистецтві, архітектурі, поезії тощо.

Існуючі збірники задач з фізики містять задачі всіх указаних вище типів, крім того, є й

спеціальні збірники задач, присвячені, наприклад, цікавим задачам, політехнічним тощо.

За ступенем складності, або характером розумової діяльності, фізичні задачі поділяють на прості та складні. Складність задачі оцінюється за числом операцій, що їх необхідно виконати під час її розв'язування. Прості задачі вимагають застосування для свого розв'язування вивчених формул, знання одиниць фізичних величин і зводяться до простих обчислень в одну дію. Вчителі фізики часто називають такі завдання тренувальними і застосовують їх безпосередньо на уроці для закріплення вивченого матеріалу. Діяльність учнів у цьому разі має репродуктивний характер.

Складні задачі – це задачі, розв'язування яких припускає виконання декількох дій.

До складних належать комбіновані задачі, розв'язування яких вимагає застосування знань з різних розділів курсу фізики. У цьому разі має місце продуктивна діяльність, і в учнів формується продуктивне мислення.

Особливий клас задач становлять творчі завдання, під час розв'язування яких в учнів формуються вміння найвищого рівня. У творчих задачах зазвичай формулюються вимоги, але немає прямих і непрямих вказівок на те, які закони слід застосовувати для їх розв'язування.

Творчі задачі можуть бути дослідницькими, під час розв'язування учень відповідає на запитання «Чому?», і конструкторськими, розв'язування яких дає відповідь на запитання «Як зробити?». До цієї самої категорії задач належать і т. зв. олімпіадні задачі.

Залежно від способу подання умови задачі бувають текстовими, експериментальними, графічними й задачами-малюнками.

За основним способом розв'язування задачі поділяють на якісні (задачі-запитання), обчислювальні, графічні й експериментальні. Якісні задачі припускають, що під час їх розв'язування обчислення не виконуються, аналіз задачної ситуації здійснюється на якісному рівні. Під час розв'язування обчислювальних задач виконуються обчислення; під час розв'язування експериментальних задач застосовують фізичний експеримент; під час розв'язування графічних задач використовують графіки.

Технологія розв'язування фізичних задач.

Під технологією розв'язування задачі розуміють сукупність прийомів і операцій, виконання яких приводить до відповіді на запитання задачі, до встановлення зв'язку між шуканим і заданими в її умові величинами.

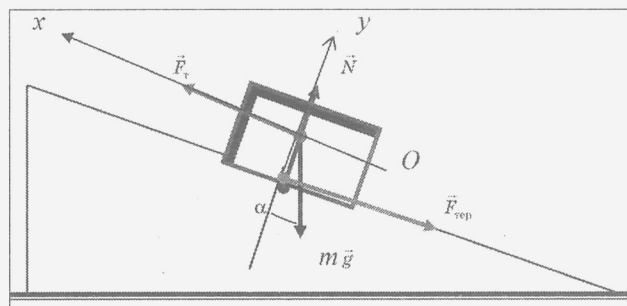
У психології процес мислення найчастіше визначається як аналітико-синтетичний. Логічні прийоми, що здійснюються під час розв'язування задач, також включають аналіз і синтез, що супроводжують один одного. У той самий час аналітичний і синтетичний прийоми часто розглядають окремо, хоча цей поділ є умовним.

У разі використання аналітичного прийому розв'язування задачі починають з аналізу запитання задачі і запису формули, до якої входить шукана величина. Потім для величин, що містяться в цій формулі, записують рівняння, що встановлює їх зв'язок з величинами, заданими в умові.

У разі використання синтетичного прийому розв'язування задачі починають із з'ясування зв'язків величин, даних в умові задачі, з іншими доті, поки до рівняння як невідоме не увійде шукана величина. Наведемо приклад.

Задача. Тіло рухається рівномірно вгору похилою площиною. Визначте ККД похилої площини, якщо її довжина становить 1 м, висота – 0,6 м і коефіцієнт тертя дорівнює 0,1.

Проаналізувавши умову задачі, робимо короткий запис її і виконуємо необхідне креслення (малюнок), на якому зображаємо сили, що діють на тіло: $m\vec{g}$ – сила тяжіння; $\vec{N}$ – сила реакції опори; $\vec{F}_{\text{тер}}$ – сила тертя; $\vec{F}_T$ – сила тяги, направлена вгору вздовж похилої площини (мал. 1). Систему відліку пов'язуємо із Землею, вісь Ox направляємо вздовж похилої площини вгору, вісь Oy – перпендикулярно їй.



Мал. 1

Аналітичний прийом розв'язування задачі. Записуємо формулу ККД:

$$\eta = \frac{A_{\text{к}}}{A_{\text{з}}} \cdot 100\%,$$

де $A_{\text{к}}$ – корисна робота з підйому вантажу;
 $A_{\text{з}}$ – вся затрачена робота.

$$A_{\text{к}} = mgh,$$

де m – маса тіла; g – прискорення вільного падіння; h – висота похилої площини.

$$A_{\text{з}} = F_T l,$$

де F_T – сила тяги; l – довжина похилої площини.

Щоб визначити F_T , записуємо рівняння руху:

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тер}} + \vec{F}_T = 0.$$

Рівняння в проекції на вісь Ox :

$$-mg \sin \alpha - F_{\text{тер}} + F_T = 0 \Rightarrow F_T = mg \sin \alpha + F_{\text{тер}}.$$

Рівняння в проекції на вісь Oy :

$$-mg \cos \alpha + N = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha.$$

Враховуючи, що $F_{\text{тер}} = \mu N$, записуємо:

$$F_T = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha).$$

Остаточне записуємо:

$$\eta = \frac{mgh}{mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)l} = \frac{h}{l(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}.$$

Виражаємо $\sin \alpha$ і $\cos \alpha$ через довжину і висоту похилої площини:

$$\sin \alpha = \frac{h}{l}; \quad \cos \alpha = \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l}.$$

Після виконання обчислень $\eta = 88 \%$.

Синтетичний прийом розв'язування задачі. Розв'язування починаємо із запису рівняння руху, з якого визначаємо силу тяги:

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тер}} + \vec{F}_T = 0.$$

Записавши рівняння в проекціях на координатні осі, отримуємо:

$$F_T = mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha).$$

Потім записуємо рівняння для затраченої роботи:

$$A_s = F_T l = mgl(\sin \alpha + \cos \alpha).$$

Виражаємо $\sin \alpha$ і $\cos \alpha$ через довжину і висоту похилої площини:

$$\sin \alpha = \frac{h}{l}; \quad \cos \alpha = \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l}.$$

Записуємо формулу для корисної роботи:

$$A_k = mgh,$$

а потім – вираз для ККД:

$$\eta = \frac{A_k}{A_s} \cdot 100\%;$$

$$\eta = \frac{mgh}{mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)l} = \frac{h}{l(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} =$$

$$= \frac{h}{h + \mu \sqrt{l^2 - h^2}}.$$

Таким чином, під час розв'язування задачі аналітичним прийомом простежується така логіка міркувань: записуємо спочатку формулу

$\eta = \frac{A_k}{A_s} \cdot 100\%$, потім – формулу для визначення корисної роботи: $A_k = mgh$, формулу для визначення затраченої роботи: $A_s = F_T l$, визначаємо силу тяги $F_T = mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$, підставляємо вирази для корисної роботи і затраченої роботи у формулу для ККД, виконуємо обчислення.

Під час розв'язування задачі за допомогою синтетичного прийому виконуємо дії у такій послідовності: записуємо рівняння руху тіла, з нього виражаємо силу тяги, записуємо формули для визначення затраченої і корисної роботи, потім формулу ККД, до якої підставляємо вирази для роботи.

Ще раз підкреслимо, що поділ прийомів розв'язування задач на аналітичний і синтетичний є умовним; операції аналізу і синтезу супроводять одна одну і тісно переплітаються.

Розглянемо прийоми розв'язування якісних задач. Під час їх розв'язування за допомогою індукції і дедукції будуються логічні висновки. При цьому аналіз і синтез так тісно пов'язані один з одним, що можна говорити про аналітико-синтетичний метод розв'язування задач.

Розв'язування простих якісних задач за умови добрих знань фізичного матеріалу не викликає

значних утруднень для учнів. Проілюструємо це на прикладі.

Задача. Як може людина швидко подвоїти тиск, що вона його здійснює на підлогу?

Аналізуючи умову завдання, згадуємо формулу для визначення тиску:

$$P = \frac{F}{S},$$

де F – модуль сили тиску; S – площа, на яку ця сила діє. Як же подвоїти тиск? Є два шляхи: збільшити вдвічі силу F або зменшити також удвічі площу S (за того самого значення F). Застосовуючи ці знання до задачі (розглядається людина), учень доходить висновку: треба або дати людині в руки вантаж, маса якого дорівнює масі людини, або просити людину стати на одну ногу, зберігаючи рівновагу.

Задачу можна розв'язати усно, а можна записати формулу тиску і проаналізувати її.

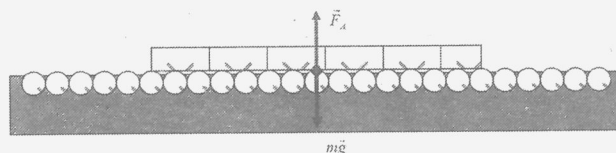
Під час розв'язування фізичних задач можуть бути використані арифметичний, алгебраїчний, графічний, геометричний способи.

Розглянемо арифметичний спосіб. Цей спосіб припускає розв'язування задачі по запитаннях, по діях. Записуємо формулу і відразу ж обчислюємо значення невідомої величини, що міститься в ній. Незважаючи на те, що учні до моменту розв'язування фізичних задач уже вивчили основи алгебри, цей спосіб розв'язування зберігається на основному етапі вивчення фізики.

Наведемо приклад.

Задача. Якої максимальної маси вантаж може витримати в прісній воді пліт, зв'язаний із 25 соснових колод? Об'єм кожної колоди в середньому становить $0,8 \text{ м}^3$.

Проаналізувавши текст даної задачі, записуємо коротко її умову. Потім аналізуємо умову задачі й робимо необхідне креслення, на якому зображаємо сили, що діють на пліт ($\vec{F}_A$, $m\vec{g}$) (мал. 2). Говоримо про те, що вантажопідйомність плота дорівнює різниці цих сил.



Мал. 2

Арифметичним шляхом задачу розв'язуємо таким чином.

1. Який об'єм усіх колод плота?

$$V_{\text{пл}} = nV_1; \quad V_{\text{пл}} = 0,8 \text{ м}^3 \cdot 25 = 20 \text{ м}^3.$$

2. Чому дорівнює маса плота?

$$m_{\text{пл}} = \rho V; \quad m_{\text{пл}} = 500 \text{ кг/м}^3 \cdot 20 \text{ м}^3 = 10\,000 \text{ кг}.$$

3. Яка сила тяжіння, що діє на пліт?

$$F_{\text{тяж}} = m_{\text{пл}} g;$$

$$F_{\text{тяж}} = 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 10\,000 \text{ кг} = 98\,000 \text{ Н}.$$

4. Яка Архимедова сила, що діє на пліт?

$$F_A = \rho_v g V;$$

$$F_A = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 9,8 \text{ Н/кг} \cdot 20 \text{ м}^3 = 196 \text{ 000 Н}.$$

5. Яка вага вантажу, що його може витримати пліт?

$$P = m_{\text{пл}} g - F_A;$$

$$P = 196 \text{ 000 Н} - 98 \text{ 000 Н} = 98 \text{ 000 Н}.$$

6. Яка маса вантажу?

$$m_b = P/g; m_b = 98 \text{ 000 Н} / 9,8 \text{ Н/кг} = 10 \text{ 000 кг}.$$

Розв'язання дуже довге, включає порівняно велику кількість обчислень.

Алгебраїчний шлях розв'язування задачі виглядає простішим.

Після аналізу задачної ситуації записуємо:

$$P = m_{\text{пл}} g - F_A.$$

Знаючи, що $F_A = \rho_v g V$, а $V = nV_1$, записуємо:

$$F_A = \rho_v g nV_1; F_{\text{тяж}} = m_{\text{пл}} g, m_{\text{пл}} = \rho_d V = \rho_d nV_1,$$

$$\text{тобто } F_{\text{тяж}} = \rho_d nV_1 g.$$

Остаточно отримуємо:

$$P = \rho_v g nV_1 - \rho_d nV_1 g = g nV_1 (\rho_v - \rho_d).$$

Оскільки маса вантажу $m_b = P/g$, то

$$m_b = nV_1 (\rho_v - \rho_d).$$

$$m_b = 25 \cdot 0,8 \text{ м}^3 (1 \text{ 000 кг/м}^3 - 500 \text{ кг/м}^3) = 10 \text{ 000 кг} = 10 \text{ т}.$$

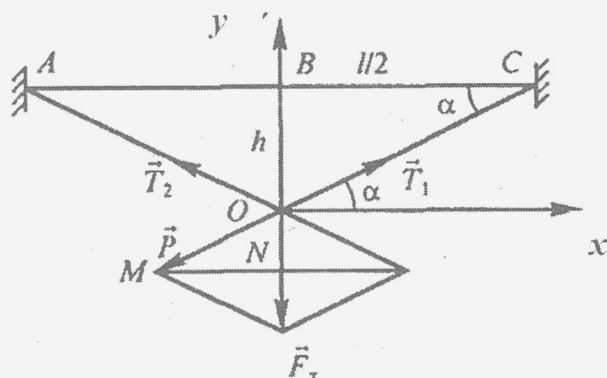
Алгебраїчний шлях економніший, проте він вимагає певних знань з математики.

Під час розв'язування задач геометричним способом використовуються відомі учням співвідношення з геометрії.

Проілюструємо це на прикладі.

Задача. Посередині троса завдовжки 10 м підвісили ліхтар масою 10 кг. Визначте силу натягу троса, якщо стріла прогину троса становить 0,5 м.

Після аналізу умови задачі її стисло записуємо, потім аналізуємо задачну ситуацію і виконуємо малюнок з позначеннями на ньому сил, що діють на ліхтар: сила тяжіння $\vec{F}_T = m\vec{g}$ і сили натягу троса $\vec{T}_1$ і $\vec{T}_2$, рівні за модулем: $T_1 = T_2 = T$ (мал. 3). Ліхтар перебуває в рівновазі, отже, $\vec{F}_T + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = 0$.



Мал. 3

Систему координат пов'язуємо з ліхтарем, вісь Ох направляємо по горизонталі вправо, вісь Оу –

вертикально вгору. Умова рівноваги ліхтаря в проекціях на ці осі має вигляд:

$$T_{1x} \cos \alpha + T_{2x} \cos \alpha = 0; 2T \cos \alpha = 0.$$

$$F_{Ty} + T_{1y} \sin \alpha + T_{2y} \sin \alpha = 0; -mg + 2T \sin \alpha = 0.$$

З трикутника BOC знаходимо:

$$\sin \alpha = OB/OC = 2h/(OC \approx BC).$$

З урахуванням цього отримуємо:

$$-mg + 2T \frac{2h}{l} = 0, \text{ звідси } T = \frac{mgl}{4h}.$$

Можна розв'язати задачу, використовуючи подібність трикутників BOC і MON. Трикутник MON утворений половиною сили тяжіння, що діє на ліхтар, і силою P, що діє на трос (дорівнює за модулем T). Ураховуючи, що ON =

$$\frac{F_T}{2}$$

$$(\text{половина діагоналі ромба}), \text{ отримуємо: } \frac{2h}{l} = \frac{F_T}{2T}.$$

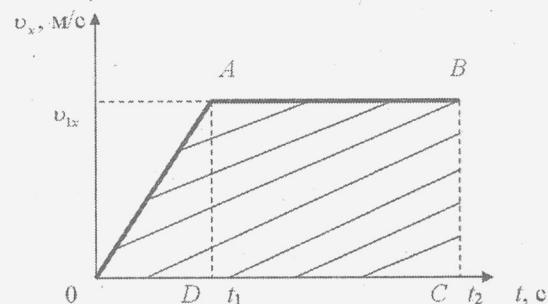
$$\text{Звідси } T = \frac{mgl}{4h}.$$

Розглянемо графічний спосіб розв'язування задач. У цьому разі об'єктом дослідження є графік. У одних задачах він задається умовою, і графік треба проаналізувати, як ще говорять, «прочитати графік». В інших завданнях графік повинен побудувати учень за тими даними, що їх наведено в умові задачі або які він отримує в результаті розв'язування задачі.

Розглянемо задачу, що розв'язується графічним способом.

Задача. За графіком опишіть рух тіла, визначте час, проекцію переміщення і проекцію прискорення на окремих ділянках руху тіла (мал. 4).

Під час аналізу умови, по-перше, встановлюємо, що на графіку наведено залежність проекції швидкості руху тіла v_x від часу.



Мал. 4

Початкова швидкість $v_{0x} = 0$ ($t = 0$). Спочатку тіло рухається з прискоренням, оскільки проекція його швидкості зростає від нуля до v_{1x} . Якщо графіком є пряма лінія, то рух рівноприскорений, і проекція його прискорення становить: $a_x = \frac{v_x}{t}$, а проекція переміщення дорівнює площі трикутника AOD. Це і є формула проекції переміщення для даного виду руху. Протягом інтервалу часу $t_2 - t_1$ проекція швидкості v_{1x}

не змінювалася, тобто тіло рухалося рівномірно. Проекція переміщення s_{2x} за цей час дорівнює площі прямокутника $ABCD$, а проекція переміщення за час t_2 – площі трапеції $OABC$.

Технологія навчання учнів розв'язування фізичних задач.

Технологія навчання учнів розв'язування фізичних задач є системою прийомів, реалізація яких приводить до формування в учнів умінь розв'язувати задачі.

Розв'язування будь-якої задачі складається з декількох етапів. При навчанні учнів необхідно насамперед сформулювати в них уявлення про ці етапи і необхідність слідувати їм під час розв'язування задачі.

Перший етап розв'язування задачі – читання й з'ясування умови.

Умову задачі читає або сам учень, або вчитель. Текст задачі читається без поспіху, за необхідності повторюється, учням роз'яснюються незнайомі терміни і поняття. Корисно проаналізувати умову, визначивши, яке явище описано в задачі, що дано, що треба визначити. На перших етапах навчання розв'язування задач корисно запропонувати учням переказати умову задачі.

Другий етап розв'язування задачі – короткий запис умови задачі. Умову записуємо стовпчиком, за необхідності залишаємо місце для запису табличних даних, потреба в яких встановлюється під час аналізу задачної ситуації.

Третій етап розв'язування задачі – переведення заданих значень фізичних величин у Міжнародну систему одиниць (СІ). До неухильного виконання цього етапу слід привчати учнів із самого початку вивчення фізики, що зумовлене, в тому числі, й труднощами, з якими стикаються учні під час виконання цієї роботи. Надалі допустиме використання позасистемних одиниць, дозволених стандартом.

Четвертий етап розв'язування задачі – аналіз описаної в ній задачної ситуації. Підсумком виконання цього етапу є модель задачної ситуації.

У ході аналізу встановлюємо, який фізичний об'єкт описується в задачі, які зміни стану об'єкта відбуваються, що їх спричинило. Аналіз задачної ситуації супроводжуємо малюнком, схемою, кресленням. У задачах з механіки обираємо систему відліку, аналізуємо взаємодії, зображаємо сили.

Важливим при аналізі задачної ситуації є обговорення всіх припущень, що їх робимо під час її розв'язування (чинників, якими можна знехтувати), наприклад нехтуємо розмірами тіла (матеріальна точка), масою нитки, що зв'язує рухомі тіла (подібність прискорень тіл), теплообміном з навколишнім середовищем (ізолювана система) тощо.

П'ятий етап розв'язування задачі – створення математичної моделі розв'язування задачі (складання плану розв'язування, запис рівнянь,

розв'язання задачі у загальному вигляді, тобто отримання виразу, що пов'язує шукану величину з даними).

Шостий етап розв'язування задачі – обчислення. Перед виконанням обчислень доцільно здійснити перевірку отриманого виразу по одиницях величин. Така перевірка дає змогу підставити в розрахункову формулу лише значення величин без відповідних одиниць. Якщо перевірка не здійснюється, то учні повинні підставляти у формулу значення величин з відповідними одиницями.

Сьомий етап розв'язування задачі – перевірка відповіді та її аналіз. При аналізі відповіді встановлюємо її реальність і її зміну з урахуванням тих чинників, якими нехтували під час складання фізичної моделі задачної ситуації.

Розглянемо приклад.

Задача. Обчисліть довжину нитяного маятника з періодом коливань 2 с. Виготовте його. Чи залежить період коливання маятника від маси маятника і амплітуди коливань?

Перший етап – встановлюємо, що в завданні описано процес коливань маятника, задано період коливань, необхідно визначити довжину маятника.

Другий етап – коротко записуємо умову задачі.

Дано:

Розв'язання

$$T = 2 \text{ с}$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$l - ?$$

Для визначення довжини маятника скористаємося формулою:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow l = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$$

$$l = \frac{4 \text{ с}^2 \cdot 9,8^2 \text{ м/с}^2}{4 \cdot 9,86} = 0,993 \text{ м}$$

Відповідь: $l \approx 1 \text{ м}$.

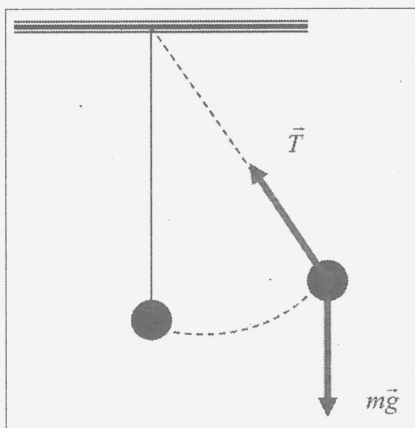
Третій етап – переведення значень величин у СІ не потрібне.

Четвертий етап – на малюнку (мал. 5) зображаємо маятник і сили, що діють на нього, обговорюємо припущення:

- нехтуємо масою нитки;
- нехтуємо розмірами кульки;
- нехтуємо опором повітря;
- вважаємо, що прискорення вільного падіння дорівнює $9,8 \text{ м/с}^2$;
- вважаємо кути відхилення від положення рівноваги малими.

П'ятий етап – записуємо формулу періоду коливань математичного маятника, з якої виражаємо довжину. Розв'язання в загальному вигляді записуємо праворуч від умови.

Шостий етап – здійснюємо перевірку правильності кінцевої формули за одиницями величин і виконуємо обчислення. Із записаної формули випливає, що період коливань математичного маятника не залежить від його маси і амплітуди.



Мал. 5

Сьомий етап – аналізуємо відповідь, у ході аналізу з'ясовуємо, що за тих самих припущень на полюсі маятник матиме більшу довжину, на екваторі – меншу. При врахуванні опору повітря маятник з періодом коливань 2 с повинен мати меншу довжину. Якщо маятник не є математичним, то слід його розглядати як фізичний.

Етапи розв'язування задачі є певною послідовністю дій і в цьому розумінні можуть розглядатися як алгоритм. Цей алгоритм є загальним і містить послідовність дій, незалежну від того, до якого розділу курсу фізики належить задача. Можливе складання часткових алгоритмів розв'язування задач або послідовності дій під час розв'язування задач з того або іншого розділу курсу фізики, з тієї або іншої теми.

Алгоритм, що його використовують у навчанні, відрізняється від математичного алгоритму меншою жорсткістю. Тому його називають алгоритмічним приписом, або приписом алгоритмічного типу.

Алгоритмічний припис – точне, загальноприйняте виконання в певній послідовності елементарних операцій для розв'язування будь-якої із задач, що належать до деякого класу або типу.

Як приклад наведемо алгоритм розв'язування задач на газові закони.

1. Читання і роз'яснення умови задачі.
2. Короткий запис умови задачі.
3. Переведення значень величин у СІ.
4. Аналіз задачної ситуації:
 - виділити об'єкт (газ), стан якого досліджується;
 - зробити малюнок, визначивши параметри, що характеризують кожний стан газу;
 - встановити, які параметри газу змінюються;
 - переформулювати умову задачі мовою фізичної моделі.
5. Створення математичної моделі задачі:
 - записати рівняння Клапейрона, якщо не змінюються маса і склад газу;
 - записати формулу одного з газових законів, якщо не змінюються маса і склад газу і один з параметрів його стану;

- записати рівняння Менделєєва – Клапейрона, якщо змінюються маса і склад газу, а також параметри його стану;

- записати додаткові рівняння;
- виразити шукану величину.

6. Виконання обчислень.

7. Перевірка й аналіз відповіді.

Робота з формування в учнів алгоритмічного прийому розв'язування задач може бути побудована по-різному залежно від рівня підготовки учнів.

У сильнішому класі учні самі складають і записують алгоритмічний припис, розв'язавши задачу самостійно або з допомогою вчителя. У класі, учні якого мають невисокі фізико-математичні здібності, вчитель дає алгоритмічний припис у готовому вигляді і показує, як його застосувати до розв'язування задачі. У класі зі слабким складом учнів алгоритм дається у готовому виді й відпрацьовується кожна його дія.

На перших етапах навчання учнів розв'язування задач певного класу радимо повісити плакат з послідовністю дій або виписати їх на дошці. Застосування алгоритмів має певні межі. Зокрема, такі деталізовані алгоритми в навчанні учнів розв'язування творчих задач неможливі й недоцільні, хоча загальні етапи діяльності можна визначити й у цьому випадку.

При аналізі задачної ситуації може бути використаний метод графів. Він дає змогу краще з'ясувати аналітико-синтетичний прийом розв'язування задачі, наочно представити процес аналізу задачі, послідовність дій під час її розв'язування.

Граф – це сукупність безлічі точок (вершин) і безлічі прямих (ребер), що сполучають ці точки. Орієнтований граф – це такий, ребра якого мають певний напрямок.

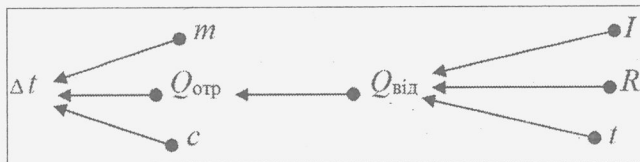
Розглянемо застосування методу графів на прикладі такої задачі.

Задача. Сила струму в спіралі нагрівача дорівнює 0,6 А, опір спіралі – 60 Ом. Визначте зміну температури води масою 6 кг, якщо нагрівач працював упродовж 7 хв.

Аналізуючи задачу, з'ясовуємо, що вода нагрівається за рахунок енергії, що виділяється під час проходження по спіралі електричного струму. При цьому вважаємо: вся теплота, що виділяється, «пішла» на нагрівання води, і нехтуємо втратами на нагрівання посудини, в яку наливо воду, навколишнього повітря тощо.

Міркування ведуться в такий логічний послідовності: щоб визначити різницю температур Δt , потрібно знати кількість теплоти ($Q_{\text{отр}}$), отриману водою, її масу (m) і питому теплоємність (c). Щоб визначити кількість теплоти ($Q_{\text{вд}}$), віддану спіраллю під час проходження по ній електричного струму, потрібно знати опір спіралі (R), силу струму (I) і час її роботи (t).

У ході міркувань вибудовуємо граф, вершинами якого є фізичні величини, а лініями – зв'язки між ними (мал. 6). Після побудови графа лініям приписуємо напрямки відповідного пошуку розв'язку задачі.



Мал. 6

Потім записуємо рівняння, число яких дорівнює числу вершин графа, в які входять або з яких виходять не менш ніж дві лінії. У даній задачі таких вершин три, отже, і рівнянь – три:

$$Q_{\text{від}} = I^2 R \tau; \quad Q_{\text{від}} = Q_{\text{отр}}; \quad Q_{\text{отр}} = cm \Delta t.$$

Остаточного маємо:

$$\Delta t = \frac{I^2 R \tau}{cm}.$$

Система роботи вчителя з навчання учнів розв'язування задач. Фізичні задачі розв'язуються на всіх основних видах занять – на уроках фізики, позакласних заняттях, позашкільних заходах.

Задачам відводиться різна роль на уроці залежно від дидактичної мети їх розв'язування. Тренувальні обчислювальні й прості якісні задачі розв'язують після пояснення нового матеріалу для його ілюстрації і закріплення.

Задачі розв'язують на початку уроку під час повторення навчального матеріалу або перевірки засвоєння матеріалу, наприкінці уроку під час закріплення вивченого матеріалу. Перед поясненням нового матеріалу задачі розв'язуються й для актуалізації знань учнів, і для створення проблемної ситуації.

Для навчання учнів розв'язування задач учителі проводять, як правило, спеціальні уроки, що відображають у календарному плані.

Процес навчання учнів розв'язування задач планується так само, як і будь-яка діяльність учителя. При цьому формування вміння розв'язувати задачі слід починати з простих завдань, поступово, крок за кроком, ускладнюючи їх. Інакше учням доводиться прикладати значних зусиль для подолання виникаючих труднощів. Добираючи задачі за збільшенням ступеня складності, вчитель вибудовує певну систему. Прикладом такої системи може слугувати система задач з динаміки:

♦ задачі на рух одного тіла під дією сили тяжіння;

♦ задачі на рух одного тіла під дією сили пружності;

♦ задачі на рух одного тіла під дією сили тертя;

♦ задачі на рух одного тіла у вертикальному напрямку, в горизонтальному напрямку, по похилій площині під дією двох сил;

♦ задачі на рух одного тіла під дією трьох сил;

♦ задачі на рух зв'язаних тіл: у вертикальному напрямку; у горизонтальному напрямку; одного – в горизонтальному напрямку, іншого – у вертикальному; одного – у вертикальному напрямку, іншого – по похилій площині.

Фізичні задачі широко застосовуються під час перевірки знань й умінь учнів. Найчастіше це здійснюється у вигляді контрольних робіт.

Багато задач учні розв'язують самостійно у вигляді домашніх завдань. Учитель практично кожне теоретичне домашнє завдання комбінує з фізичними задачами за матеріалом, що вивчається. У ряді випадків доцільно надавати учням рекомендації щодо розв'язування задач, запропонованих як домашнє завдання. Складні задачі, що викликали труднощі під час розв'язування вдома, треба розв'язати в класі на наступному уроці. Можна запропонувати показати розв'язання задачі учнем, якому вдалося її розв'язати, або розв'язати вчителю на дошці з відповідними поясненнями.

Задачі розв'язуються і на позакласних заняттях. Це може бути гурток з розв'язування задач для учнів, які цікавляться фізикою, заняття з учнями з підготовки до незалежного тестування із фізики (якщо його заплановано) або під час підготовки бажаючих учнів до конкурсних (вступних) іспитів до ВНЗ. У цих випадках розв'язуються переважно складні задачі. Задачі розв'язуються і на факультативних заняттях з фізики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Каменецкий С. Е. Методика решения задач по физике в средней школе : [кн. для учителя] / С. Е. Каменецкий, В. П. Орехов. – М. : Просвещение, 1987. – 336 с.

2. Моляко В. А. Психология решения школьниками творческих задач / Валентин Алексеевич Моляко. – К. : Рад. шк., 1983. – 96 с.

3. Решение задач по физике: Психолого-метод. аспект / [Н. Н. Тулькибаева, Л. М. Фридман, М. А. Драпкин и др.]; под ред. Н. Н. Тулькибаевой, М. А. Драпкина. – Челябинск : Факел, 1995. – 120 с.

4. Розв'язування задач з фізики / С. У. Гончаренко, Є. В. Коршак, А. І. Павленко та ін.; [під ред. Є. В. Коршака.] – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2004. – 185 с.

5. Симонов В. М. Задачная технология естественнонаучной подготовки учащихся : [учеб. пособие] / В. М. Симонов. – Волгоград : Перемена, 2003. – 142 с.