

ФИЗИЧНИТЕ ВЕЛИЧИНИ В "ОБРАТНИТЕ" ЗАДАЧИ

МАЙЯ ВАЦКИЧЕВА

Катедра "Методика на обучението по физика"

Майя Вацкичева. ФИЗИЧНИТЕ ВЕЛИЧИНИ В "ОБРАТНИТЕ" ЗАДАЧИ

Разглежда се ролята на размерността на физичните величини при решаването на "обратни" физични задачи, т.е. задачи, за намиране на условията, при които се получава даден числен отговор. В зависимост от стойността и мерната единица на отговора решението на обратната задача се насочва към раздел от физиката, в който се срещат физични величини с такава размерност и стойности, близки до дадената. Така търсенето на решение за обратната задача се конкретизира до известна степен, но не е еднозначно, а зависи от избора на учащия се. Предложеното от него индивидуално решение ще бъде резултат от физичните му знания и тяхното многообразие.

Maya Vatzkitcheva. THE PHYSICAL QUANTITIES IN THE INVERSE PROBLEMS

The role of the dimension unities for the physical quantities is described when we solve inverse physical problems. In these problems we search for the initial conditions corresponding to the possibility to receive the given answer. Depending on the value and the unit of the answer, the solution of the inverse problem directs to the physics chapter, where the physical quantity with a given unit or a value takes place. Thereby the search of the inverse problem solution concretizes to some extent, but it depends from the choice of the student. His individual solution will be result from his physical knowledge and its variety.

Keywords: physics education, physics quantities, physics problem

PACS number: 01.40.Jp (teacher training)

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В метрологията понятието "физична величина" се определя като свойство, което е общо за много обекти в качествено отношение, но е индивидуално

за всеки предмет (т.е. обект – бел. наша) в количествено отношение [1]. Физичните величини могат да бъдат скаларни или векторни. Някои имат мерна единица, а други, които представляват отношение на величини с еднаква дименсия, са безразмерни. Ще се спрем само на онези от тях, които имат отношение към проблема за намиране на решение на “обратна” задача, т.е. задача, чието условие се възстановява, като се тръгне отговора [2]. Във възстановителния анализ на “обратните” задачи за изходна позиция се използва стойността на някаква физична величина. Тя може да бъде безразмерна или да има размерност, която може и да не е посочена в отговора на задачата. Тогава някои особености на величините ще ни подскажат в кой раздел на физиката да търсим “обратното” решение и чрез логически обосновани стъпки да достигнем до началното условие.

2. АНАЛИЗ ПРИ БЕЗРАЗМЕРНИ ФИЗИЧНИ ВЕЛИЧИНИ

В учебниците по физика за средното училище безразмерните физични величини се срещат доста рядко. От математична гледна точка те представляват *коэффициенти на пропорционалност* между две физични величини с еднакъв физичен смисъл, напр. числото 0,2 може да представлява *коэффициент на триене* k , определящ връзката между силата на триене f и нормалния натиск N , който тялото оказва върху повърхността на движение ($f = kN = 0,2N$), т.е. k изразява пропорционалността между силата на триене и нормалния натиск, които се измерват в нютони. В геометричната оптика числото 1,52 например изразява *показателя на пречупване* n при преминаване на светлината от въздух в обикновено стъкло. В зависимост от оптичните среди n може да има различна стойност, която се дава в таблица. Показателят на пречупване n е свързан с ъгъла на падане α и ъгъла на пречупване β със закона на Снелиус $n = \sin \alpha / \sin \beta$, където синусите на ъглите са чисто математически величини. Съществува и форма на закона за пречупване на светлината $n = 1/2$, в която показателят на пречупване се определя от скоростите на светлината в двете среди ($1 > 2$), изразени в едни и същи мерни единици (примерно m/s). В електромагнетизма безразмерни величини са относителните диелектрична ϵ_r и магнитна μ_r проницаемост на веществото, чиито таблични стойности са в широки граници ($1 < \epsilon_r < 81$ и повече, $0,9 < \mu_{r \max} < 10^3 \div 10^5$). Тези относителни стойности се определят спрямо абсолютните диелектрична $\epsilon_0 (= 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m})$ и магнитна $\mu_0 (= 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m})$ проницаемост на вакуума. Безразмерни физични величини се срещат и в атомната и ядрената физика (напр. атомен номер Z , брой на неутроните в ядрото N , масово число на атома $= N + Z$, квантово число $n (= 1, 2, 3, \dots)$ и т. н.), но те сравнително рядко се използват в задачите от този раздел на физиката в средното училище. В крайна сметка, ако отговорът на задачата е зададен като число без измерение, именно неговата стойност ще ни подскаже в кой раздел на физиката трябва да търсим обратното решение. За целта първо трябва да потърсим

в справочника по физика с каква физична величина (напр. от оптиката) може да се свърже даденото число, да си припомним с какво физично явление е свързана тя (в случая – с пречупване на светлината на границата на две среди с различна оптична плътност) и какви физични зависимости характеризират това явление. Опитът, който имаме от решаването на класическите “прави” задачи, ще ни помогне да намерим поне една формулировка на началното условие, което води до дадения числен отговор [2].

3. АНАЛИЗ ПРИ ФИЗИЧНИ ВЕЛИЧИНИ, ЧИЕТО ИЗМЕРЕНИЕ НЕ Е ПОСОЧЕНО

Численият отговор на обратната задача може да бъде посочен умишлено без измерение, което затруднява избора на пътя за нейното решение. За разлика от “правите” задачи, “обратните” имат по принцип много възможни решения, от които трябва да бъде намерено поне едно. “Обратната” задача може да бъде зададена по следния начин:

Формулирайте физична задача, чийто числен отговор е 20.

Тъй като даденият числен отговор е (примерно) 20, може да го третираме произволно като отговор (например) на задача от кинематиката и да му припишем (отново произволно) измерение – примерно m , s , m/s , m/s^2 . В зависимост от избора ще търсим начално условие на “обратната” задача, което води до отговор съответно $20\ m$, $20\ s$, $20\ m/s$ или $20\ m/s^2$. Нека се спрем примерно на отговора $20\ m/s$ (физичната величина има измерението на скорост), така че ще търсим условие на задачата, съгласно което за скоростта на движение се тяло трябва да се получи $20\ m/s$. Затова следващият естествен въпрос е какъв род движение извършва тялото. В най-простия случай движението е равномерно праволинейно и за него скоростта е свързана с изминатия път s и времето t : $v = s/t$. Сега трябва да подберем реални стойности за s и t , например $s = 1000\ m$ и $t = 50\ s$, отношението между които дава скоростта $v = 20\ m/s$. В случая намереното начално условие, което води до дадения отговор, може да се формулира така:

Определете скоростта на тяло, което се движи равномерно праволинейно, изминавайки път $1000\ m$ за време $50\ s$.

За да се придаде малко по-конкретен вид на условието на задачата, свързан с реалността и характерен за формулировки от сборниците със задачи по физика, условието може да се запише примерно във вида:

Автомобил изминава праволинеен участък от пътя с дължина $1\ km$ за време $50\ s$. Определете средната скорост на автомобила за изминатия участък.

Тук автомобилът е подбран не случайно, тъй като скорост $20\ m/s$ е еквивалентна на $72\ km/h$ и е естествена при движението на автомобилите. А формулата $v_{aver} = s/t$ не изисква движението да е непременно равномерно!

Намирането на началното условие на “обратна” задача, зададена с привидно безразмерна физична величина, изисква и богат опит за решаване на “прави” задачи, и преодоляване на нагласата да се търси едно-единствено решение, която е характерна за физичното мислене. “Обратната” задача изисква да се намери поне едно начално условие и търсенето му предполага повече въображение и хрумвания като изходна база за разсъждения. Далеч не винаги за тях има някаква “подсказка” или логични основания за началния избор.

4. АНАЛИЗ ПРИ ФИЗИЧНИ ВЕЛИЧИНИ С ПОСОЧЕНО ИЗМЕРЕНИЕ

Когато числената физична величина от отговора на “обратната” задача е посочена с нейното измерение, възниква въпросът от кой раздел на физиката е тя. Редица мерни единици са типични за точно определени раздели. Такива са например тесла (Т), ампер на метър (А/м) и хенри (Н) от раздела “Електромагнетизъм” и могат да насочат усилията на учениците към съставяне на начално условие именно в този раздел. Мерната единица нютон (N) обаче се среща във всички раздели, в които се отчита действието на сили – механични, електрични, магнитни, гравитационни и др. В зависимост от конкретното число (напр. 20 N), търсенето може да се насочи към подходяща формулировка на началното условие в различни раздели на физиката. В конкретния случай могат да се предложат например поне две такива формулировки:

1. *Да се намери теглото на тяло с маса 2 kg. (Приемете $g \approx 10 \text{ m/s}^2$.)*
2. *С каква сила действа хомогенно електрично поле с интензитет 20 V/m върху електричен заряд с големина 1 C?*

При първото начално условие се прилага вторият закон на Нютон от механиката във вида $G = mg$, където m е масата на тялото ($=2 \text{ kg}$), а $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ – закръглената стойност на земното ускорение. Второто начално условие е от електростатиката, в която действащата електрична сила $F = Eq$ се получава в нютони (N), когато E и q имат зададените в така формулираното условие мерни единици.

Посочените два примера показват, че нееднозначното решение на “обратните” задачи развива фантазията на учениците, като ги насочват към неочаквани за самите тях търсения с използване на знания от различни раздели на физиката.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дори и без да се поставя като крайна цел съставянето на условие на задача, разсъждения като тези в разгледаните примери предлагат добри възможности за проверка на знанията на учениците. Познаването на физичните

величини с техните основни, кратни и дробни мерни единици стои в основата на правилното усвояване на всички физични закономерности. Важно е знанията на учениците за изучаваните величини да бъдат адекватни на целите на обучението, заложи в програмата по физика. Възстановителният анализ на “обратните” физични задачи предоставя една допълнителна възможност в това отношение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кратка енциклопедия на науките, ред. Е. Головински, С., П. Берон, 1989.
2. М. Вацкичева и Л. Вацкичев. Год. Соф. унив., Физически факултет, 2004, **97**.

Майя Вацкичева
Софийски университет “Св. Климент Охридски”
Физически факултет
Катедра “Методика на обучението по физика”
Бул. “Дж. Баучър” 5
1164 София, България
E-mail: maia_70@abv.bg

Постъпила октомври 2004 г.