

Серья

"У дапамогу педагогу"



ІЗІКА

ПРАБЛЕМЫ ВЫКЛАДАННЯ

5

2009

ральная часть шырыной $h=0,5$ мм. Обе половинки линзы после этого сдвинуты до соприкосновения. На линзу падает монохроматический ($\lambda=500$ нм) свет от точечного источника, расположенного на расстоянии

$a=5$ см от линзы. На каком расстоянии с противоположной стороны линзы нужно поместить экран, чтобы на нём можно было наблюдать только три интерференционные полосы? (15 см)

Примечание.

* В скобках после условий задач приведены ответы.

** Задача рекомендуется отдельным учащимся в классах с базовым уровнем изучения физики и всем учащимся в классах физико-математического направления.

Список использованной литературы

1. Годлевская, А. Н. Теория интерференции в классе с углублённым изучением физики / А. Н. Годлевская // Фізика: праблемы выкладання. — 1997. — Вып. 6. — С. 78—86.
2. Годлевская, А. Н. Теория интерференции в классе с углублённым изучением физики / А. Н. Годлевская // Фізика: праблемы выкладання. — 1998. — Вып. 1. — С. 81—93.
3. Жилко, В. В. Физика: учеб. пособие для 10-го кл. общеобразоват. шк. с рус. яз. обучения / В. В. Жилко, Л. А. Исаченкова, Л. Г. Маркович. — Минск : Нар. асвета, 2001. — 319 с.

(Окончание следует.)

МЕТАДЫЧНАЕ РАШЭННЕ ЭКСПЕРЫМЕНТАЛЬНАХ ПРАБЛЕМ

А. А. Луцэвіч, Ч. М. Федаркоў

У артыкуле разглядаецца роля метаду як асновы навуковага і вучэбнага пазнання пры правядзенні фізічнага эксперыменту. Прапануюваецца эксперыментальны метадад вызначэння шчыльнасці цел, якія не тонучь у вадкасці, з выкарыстаннем дынамометра і правядзеннем шэрага ўзважванняў. З умовы раўнавагі цел, якія знаходзяцца ў вадкасці, атрыманы выраз для вызначэння колькаснага значэння шчыльнасці даследуемага рэчыва. Апісана метадыка правядзення эксперыменту, прыведзены вынікі праверачнага доследу, зроблены аналіз дакладнасці дадзенага метаду.

Выкладанне фізікі ў агульнаадукацыйнай школе і ВНУ ўносіць свой спецыфічны ўклад у складаны і шматгранны працэс фарміравання гарманічна адукаванага спецыяліста, носбіта перадавых навуковых ідэй развіцця не толькі тэхнікі, але і грамадства ў цэлым.

Вядома, што фізіка ўтварае трывалы фундамент усяго прыродазнаўства: метады фізічнай навукі забяспечваюць прагрэс у развіцці біялогіі, хіміі, астраноміі і іншых навук. Фізіка з'яўляецца адным з кампанентаў агульначалавечай культуры, які аказвае вялікі ўплыў на сацыяльныя і светапоглядныя запатрабаванні людзей. Сучасная фізіка — гэта не толькі сістэма прадметных ведаў, але і працэс іх здабывання. Таму метадалагічны аспект фізіч-

ных ведаў павінен быць зразумелым для кожнага спецыяліста, які мае дачыненне да фізікі.

Метадалогія навукі — гэта вучэнне аб прынцыпах пабудовы, формах і спосабах навуковага пазнання [1, с. 795]. Метадалагічныя веды ў курсе фізікі з'яўляюцца ведамі аб структуры і метадах фізічнай навукі.

Фізіка не толькі прыемная, але і карысная навука, якая растлумачвае ўласцівасці цел, што знаходзяцца вакол нас. Фізік тым і адрозніваецца ад натураліста, што ён не толькі назірае, але і даследуе прыроду. Праведзеныя колькасныя вымярэнні дазваляюць выяўляць матэматычныя залежнасці паміж фізічнымі велічынямі. Пры гэтым вынікі вымярэнняў павінны падвяргацца строгай апрацоўцы, кантролю і аналізу на ўсіх этапах эксперыменту,

таму што выбар метадык неадназначны і залежыць ад кваліфікацыі і інтуіцыі даследчыка.

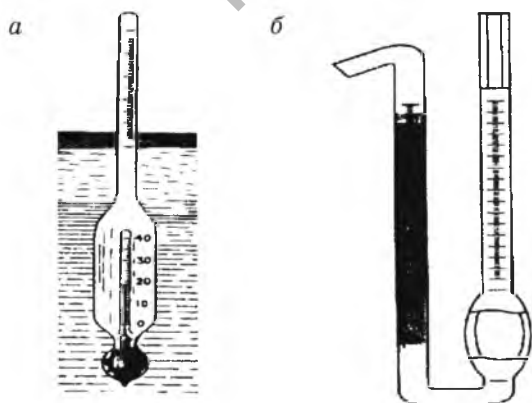
Эксперыментальныя метады і вымяральная тэхніка ў фізіцы ў сучасны момант вельмі шматгранныя. Спецыяльныя метады эксперыментальнай фізікі з'яўляюцца асновай прыродазнаўчых і тэхнічных навук, яны шырока выкарыстоўваюцца пры правядзенні вучэбнага эксперыменту.

Вядома, што з сістэмным вучэбным эксперыентам па фізіцы вучні пачынаюць знаёміцца ў VI класе пры выкананні лабараторных работ [2]. Студэнты фізічных факультэтаў педагагічных ВНУ пачынаюць праводзіць эксперыментальныя даследаванні пры вывучэнні курса “Метады апрацоўкі вынікаў вымярэнняў”. І далей, згодна з законам індукцыі, усё ідзе ў напрамку ад прасцейшага да больш складанага як у школе, так і ў ВНУ. Разгледзім гэты працэс на прыкладзе вызначэння шчыльнасці рэчыва.

Шчыльнасць рэчыва з'яўляецца адным з найбольш простых паняццяў фізікі [2]. “Шчыльнасць цела — фізічная велічыня, для аднароднага цела (рэчыва) роўная адносіне масы цела да яго аб'ёму. Вызначаецца

формулай $\rho = \frac{m}{V}$ ” [3, с. 506]. У Беларускай

энцыклапедыі акрамя аб'ёмнай раскрываюцца паняцці паверхневай і лінейнай шчыльнасці; разглядаюцца метады вызначэння шчыльнасці: вагавыя, паплаўковыя, дынамічныя, ультрагукавыя, радыеізатопныя і інш.; метады гідрастатычнага ўзважвання; даецца апісанне арэометра (рыс. 1, а) і пікнометра (рыс. 1, б), якія знайшлі шырокае прымяненне пры вызначэнні шчыльнасці вадкасцей.



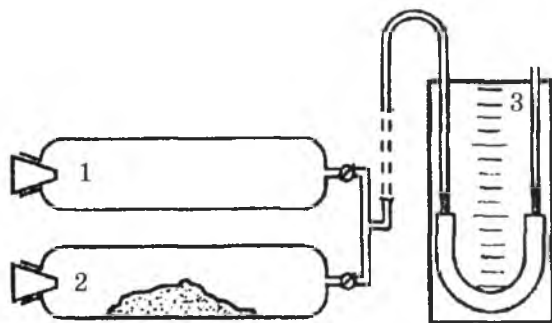
Рыс. 1. Прыборы для вымярэння шчыльнасці: а — арэометр, б — пікнометр

У даследчай рабоце асновай з'яўляецца метады, спосаб дзеяння эксперыментатара па выяўленні вызначаных заканамернасцей, залежнасцей адных фізічных велічынь ад другіх. Правільны метады даследавання заўжды прыводзіць да новага каштоўнага адкрыцця. Для вызначэння шчыльнасці цвёрдых цел, вадкасцей і газаў выкарыстоўваюцца розныя метады: метады гідрастатычнага ўзважвання, флатацыйны метады, рэнтгенаўскі, арэаметрычны, пікнаметрычны, акустычны, метады узважаных кропель, метады газавых вагаў, метады абсорбцыі і інш. [4].

Вучні VI класа выконваюць праграму лабараторную работу “Вызначэнне шчыльнасці рэчыва” метадым узважвання і вызначэння аб'ёму цела. Для выканання работы яны выкарыстоўваюць вагі, лінейку і цела вызначанай формы.

Студэнты I курса фізічнага факультэта Беларускага дзяржаўнага педагагічнага ўніверсітэта ў лабараторнай рабоце “Дакладнае важанне. Вызначэнне шчыльнасці цвёрдых цел і вадкасцей” вызначаюць шчыльнасць цвёрдых цел метадым гідрастатычнага ўзважвання і шчыльнасць вадкасці пікнометрам [5].

Студэнты II курса пры выкананні лабараторнай работы “Вызначэнне шчыльнасці сыпучых і порыстых цел” выкарыстоўваюць спецыяльную эксперыментальную ўстаноўку (рыс. 2), якая складаецца з дзвюх аднолькавых пасудзін 1 і 2 і вадзянога манометра 3 [5].



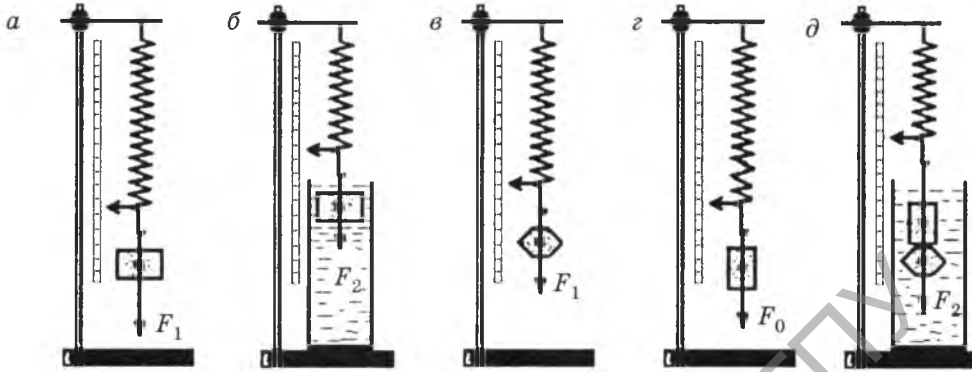
Рыс. 2. Схема эксперыментальнай устаноўкі для вызначэння шчыльнасці сыпучых цел

Прыведзеныя прыклады сведчаць аб пас-туповым пераходзе ад прасцейшых да больш складаных эксперыментальных метадаў, выкарыстанне якіх прадугледжвае не толькі

больш высокі ўзровень тэарэтычных ведаў і ўменне прымяняць іх на практыцы, але і творчы падыход пры правядзенні фізічнага эксперыменту. Пры гэтым праяўленне крэатыўнасці адбываецца, як правіла, у тым вы-

падку, калі ўмовы дзеяння ствараюць станочны матыў для яго працягу.

Так, пры вызначэнні шчыльнасці цвёрдага рэчыва, якое тоне ў вадкасці ($\rho > \rho_B$), часта выкарыстоўваюць метады дынамометра (рыс. 3).



Рыс. 3. Схема эксперыментальнай устаноўкі для вызначэння шчыльнасці цвёрдага рэчыва метадам дынамометра

Умова раўнавагі цела, якое знаходзіцца ў вадкасці, вызначаецца роўнасцю

$$m\vec{g} + \vec{F}_A + \vec{T} = 0.$$

З улікам таго, што модуль сілы Архімеда

$$F_A = \rho_B g V, \text{ а шчыльнасць цела } \rho = \frac{m}{V}, \text{ атрым-}$$

$$\text{ліваем } \rho = \frac{F_1}{F_1 - F_2} \cdot \rho_B. \quad (1)$$

Гэта азначае, што для разліку шчыльнасці ρ цвёрдага цела па формуле (1) неабходна вызначыць паказанні дынамометра F_1 і F_2 у паветры (рыс. 3, а) і ў вадкасці (рыс. 3, б) і ведаць шчыльнасць ρ_B вадкасці, у якой знаходзіцца цела.

Зусім іншая карціна назіраецца, калі вызначаецца шчыльнасць цела, якое плавае ў вадкасці ($\rho < \rho_B$). Пры гэтым узнікае метадычная праблема, якая патрабуе адпаведнага рашэння. У гэтым выпадку мы прапануем выкарыстаць дадатковы груз, пад уздзеяннем якога даследуемае цела будзе апускацца ў вадкасць.

Стан раўнавагі для сістэмы з двух цел, якія знаходзяцца ў вадкасці (рыс. 3, д), шчыльнасць якой ρ_B , характарызуецца роўнасцю

$$m\vec{g} + m_0\vec{g} + \rho_B\vec{g}V + \rho_B\vec{g}V + \vec{F}_{\text{пр}} = 0,$$

дзе $\vec{F}_{\text{пр}}$ — сіла пругкасці спружыны дынамометра ($|\vec{F}_{\text{пр}}| = |\vec{F}_2|$).

З улікам таго, што $F_1 = mg$, а аб'ёмы цела

$$\text{і дадатковага грузу } V = \frac{m}{\rho} \text{ і } V_0 = \frac{m_0}{\rho_0}, \text{ ат-}$$

$$\text{рымліваем } F_2 = (m + m_0)g - \rho_B g \left(\frac{m}{\rho} + \frac{m_0}{\rho_0} \right) \text{ ці}$$

$$F_2 = \left(\frac{F_1}{g} + m_0 \right) g - \rho_B g \left(\frac{F_1}{g\rho} + \frac{m_0}{\rho_0} \right).$$

Модуль сілы цяжару дадатковага грузу $F_0 = m_0 g$. З улі-

кам гэтага $F_2 = F_1 + F_0 - \frac{\rho_B}{\rho} F_1 - \frac{\rho_B}{\rho_0} F_0$, адкуль

шчыльнасць даследуемага цела

$$\rho = \frac{\rho_B F_1}{F_1 - F_2 + F_0 \left(1 - \frac{\rho_B}{\rho_0} \right)}. \quad (2)$$

Калі ўвесці эксперыментальны параметр

$$A = F_0 \left(1 - \frac{\rho_B}{\rho_0} \right), \quad (3)$$

то роўнасць (2) будзе мець выгляд

$$\rho = \frac{F_1}{F_1 - F_2 + A} \cdot \rho_B. \quad (4)$$

Такім чынам, працэс вызначэння шчыльнасці ρ даследуемага цела, якое плавае ў вадкасці, будзе наступным.

Спачатку вызначаюцца паказанні дынамометра F_1 і F_0 (рыс. 3, в, г). Затым на цела змяшчаем дадатковы груз і гэту сістэму цалкам апускаем у пасудзіну з вадкасцю, шчыльнасць ρ_v якой вядомая. Па шкале дынамометра вызначаем F_2 . Ведаючы шчыльнасць ρ_0 рэчыва дадатковага грузу, па формуле (3) вызначаем эксперыментальны параметр A , а затым па формуле (4) знаходзім лікавае значэнне шчыльнасці ρ даследуемага рэчыва.

З мэтай вызначэння ступені дакладнасці прапанаванага метаду вызначэння шчыльнасці цел, якія не тонуць у вадкасці, быў праведзены праверачны эксперымент. Для гэтага выкарыстоўваўся дынамометр Бакушынскага з цаной дзялення 0,1 Н. У якасці даследуемага цела браліся драўляныя брускі рознай формы, памераў і масы (гатунак дрэва быў не вызначаны). Дадатковым грузам служылі грузікі рознай масы, шчыльнасць якіх $\rho_0 = 3850 \text{ кг/м}^3$. Вадкасцю з'яўлялася звычайная вада ($\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$). Атрыманыя вынікі праверачнага эксперыменту змешчаны ў табліцы.

№	$F_1, \text{ Н}$	$F_0, \text{ Н}$	$F_2, \text{ Н}$	$A, \text{ Н}$	$\rho, 10^2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\langle \rho \rangle, 10^2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
1	0,8	1,1	0,4	0,8	6,7	6,5
2	1,0	1,1	0,4	0,8	7,1	
3	0,3	1,1	0,7	0,8	7,5	
4	1,5	2,1	0,4	1,6	5,6	
5	0,7	1,1	0,4	0,8	6,4	
6	0,7	2,1	1,1	1,6	5,8	

Згодна з таблічнымі значэннямі [6, с. 339] сярэдняя шчыльнасць драўніны бярозы, дуба, клёна і хвоі $\langle \rho \rangle_T = 640 \text{ кг/м}^3$. Параўнанне атрыманага сярэдняга значэння шчыльнасці рэчыва $\langle \rho \rangle$ з таблічным сярэднім значэннем $\langle \rho \rangle_T$ паказвае, што недакладнасць прапанаванага намі метаду складае:

$$\delta = \frac{\langle \rho \rangle_T - \langle \rho \rangle}{\langle \rho \rangle_T} \cdot 100\% =$$

$$= [(640 - 650) / 640] \cdot 100\% \approx 2\%.$$

Такім чынам, праблемныя сітуацыі метадычнага характару, якія ўзнікаюць у працэсе фізічнага эксперыменту, не толькі фарміруюць уменне прымяняць тэарэтычныя веда на практыцы, але і садзейнічаюць працяўленню творчага самастойнага падыходу пры рашэнні той ці іншай эксперыментальнай задачы. А гэта, у сваю чаргу, прыводзіць да фарміравання стылю лагічнага мыслення, асновай якога з'яўляюцца метады навуковага пазнання.

Спіс выкарыстанай літаратуры

1. Советский энциклопедический словарь / гл. ред. А. М. Прохоров. — М. : Сов. Энциклопедия, 1990. — 1630 с.
2. Исаченкова, Л. А. Рабочая тетрадь по физике для 6 класса: Теория. Упражнения. Домашние задания: пособие для учащихся общеобразоват. учреждений с рус. яз. обучения /Л. А. Исаченкова, И. Э. Слесарь. — Минск : Аверсэв, 2008. — 111 с.
3. Беларуская энцыклапедыя: у 18 т. — Т. 17 / рэдкал. : Г. П. Пашкоў [і інш.]. — Мінск : БелЭн, 2003. — 512 с.
4. Физический энциклопедический словарь / под ред. А. М. Прохорова. — М., 2003. — 928 с.
5. Курс агульнай фізікі. Лабараторныя практыкумы: вучэб. дапам. для студэнтаў фізіка-матэматычных спецыяльнасцей ВНУ / В. А. Бондар [і інш.]; пад рэд. У. А. Якавенкі. — Мазыр : Белы Вецер, 2000. — 436 с.
6. Физический практикум: для физ. спец. вузов /А. М. Саржевский [и др.]; под ред. Г. С. Кембровского. — Минск : Университетское, 1986. — 352 с.