

МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ

МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ

Весті БДПУ. Серія 3. 2018. № 4. С. 19–25.

УДК 53:37.091.32.2

UDC 53:37.091.32.2

МІНІ-ЗАДАЧЫ ПА ФІЗИЦЫ Ў РЫСУНКАХ І ГРАФІКАХ ЯК СРОДАК ПАВЫШЭННЯ ЎЗРОЎНЮ ВЕДАЎ НАВУЧЭНЦАЎ

MINI-TASKS IN PHYSICS IN DRAWINGS AND GRAPHS AS A MEANS OF IMPROVING THE LEVEL OF KNOWLEDGE OF STUDENTS

В. Р. Собаль,
*доктар фізіка-матэматычных навук,
прафесар, загадчык кафедры фізікі і
методыкі выкладання фізікі БДПУ;*

Ч. М. Федаркоў,
*кандыдат педагагічных навук,
дацэнт кафедры фізікі і методыкі
выкладання фізікі БДПУ*

V. Sobol,
*Doctor of Physics and Mathematics,
Professor, Head of the Department of Physics
and Methods of Teaching Physics, BSPU;*

Ch. Fedorkov,
*PhD in Pedagogics, Associate Professor
of the Department of Physics and
Methods of Teaching Physics, BSPU*

Паступіў у рэдакцыю 28.08.18.

Received on 28.08.18.

У артыкуле паказваецца, што сярод колькасных, якасных, эксперыментальных, графічных і іншых задач па фізіцы ёсць месца і міні-задачам, якія з'яўляюцца эфектыўным сродкам павышэння ўзроўню ведаў навучэнцаў. Прыводзяцца канкрэтныя прыклады міні-задач па ўсіх раздзелах курса фізікі. Аўтары сцвярджаюць, што рашэнне задач выступае і як мэта, і як метады, і як эфектыўны сродак навучання. У гэтым плане рашэнне міні-задач служыць простым, зручным і эфектыўным спосабам атрымання і праверкі ведаў, фарміравання вучэбных уменняў і навыкаў навучэнцаў, дазваляе хутка праводзіць паўтарэнне вывучанага матэрыялу, ажыццяўляць практычную міжпрадметную сувязь фізікі з матэматыкай, чарчэннем і іншымі вучэбнымі прадметамі. Пры гэтым асаблівы эфект пры рашэнні міні-задач, разам з тэкставым зместам, уносяць рысункі і графікі, якія спрыяюць актыўнай мэтанакіраванай разумовай дзейнасці.

Ключавыя словы: фізіка, праблема, задача, рысунак, графік, метады, сродак, веды, навучанне.

The article points out that among the quantitative, qualitative, experimental, graphic and other tasks in physics there is a place for mini-tasks that are an effective means of improving the level of knowledge of students. Specific examples of mini-problems in all sections of physics course are given. The authors argue that the solution of problems acts as a goal, and as a method and as an effective means of learning. In this regard the decision of the mini-task is a simple, convenient and effective method of obtaining and testing the knowledge, the formation of the training and skills of students; it allows a very quick revising of the material studied, carrying out practical intersubject connection of physics with mathematics, drawing and other educational subjects. In this case, a special effect in solving mini-problems, along with text content, belongs to drawings and graphs that contribute to the active purposeful mental activity.

Keywords: physics, problem, task, drawing, schedule, method, means, knowledge, training.

Праблема павышэння ўзроўню ведаў школьнікаў і студэнтаў па фізіцы вырашаецца ў школе і ВНУ рознымі шляхамі, у прыватнасці, узмацненнем эксперыментальнага боку выкладання, арганізацыяй самастойнай працы вучняў, удасканаленнем методыкі рашэння практычных задач. Вядома, што рашэнне фізічных задач дапамагае навучэнцам глыбей і паўней асэнсаваць фізічныя з'явы і больш дэталёва зразумець

тэарэтычна вывучаную заканамернасць, якая апісвае працэс праяўлення гэтай з'явы.

Рашэнне задач – гэта адзін з метадаў пазнання ўзаемасувязі законаў, якія апісваюць з'явы, што адбываюцца ў прыродзе. У працэсе рашэння задач навучэнцы непасрэдна сутыкаюцца з неабходнасцю прымянення атрыманых тэарэтычных ведаў па фізіцы, глыбей усведамляюць сувязь тэорыі з практыкай, максімальна праяўляюць самастойнасць і

творчы падыход. Працэс рашэння задач – адзін з важных сродкаў паўтарэння, замацавання і праверкі ведаў студэнтаў і школьнікаў. Рашэнне і аналіз задачы дазваляюць зразумець і запомніць асноўныя законы і формулы фізікі, ствараюць уяўленне аб іх характэрных асаблівасцях і межах прымянення. Задачы развіваюць навык у выкарыстанні агульных законаў матэрыяльнага свету для вырашэння канкрэтных пытанняў, якія маюць практычнае і пазнавальнае значэнне, бо ў аснове кожнай фізічнай задачы ляжыць тое ці іншае прыватнае праяўленне аднаго або некалькіх фундаментальных законаў прыроды і іх следстваў. На занятках па рашэнні фізічных задач часцей, чым у іншых выпадках, ствараюцца праблемныя сітуацыі, якія актывізуюць разумовую дзейнасць, з'яўляючыся эфектыўным сродкам развіцця творчых здольнасцяў навучэнцаў.

Асноўнымі функцыямі навучальных задач па фізіцы (а таксама па іншых прадметах) з'яўляюцца наступныя:

- навучальныя, якія спрыяюць навучэнцам выявіць сутнасць прыроднай з'явы, якія фарміруюць уменні і навыкі выканання графічнай і аналітычнай работы;

- выхаваўчыя, з мэтай якіх з'яўляецца фарміраванне ў студэнтаў і школьнікаў дыялектыка-матэрыялістычнага светапогляду;

- развіваючыя, якія забяспечваюць умовы для фарміравання лагічнага і творчага мыслення, праявы інтуіцыі і актыўнасці.

З пункту гледжання педагогікі задача – гэта асноўная клетачка педагогічнага майстэрства, рашэнне якой адлюстроўвае ўзровень прафесіяналізму педагога. У той жа час фізічнай задачай у вучэбнай практыцы называюць невялікую тэматычную праблему, якая вырашаецца з дапамогай лагічных высноў, прымянення тэарэтычных ведаў і матэматычных дзеянняў на аснове законаў і метадаў фізікі.

Дыдактычная каштоўнасць задач вызначаецца перш за ўсё той фізічнай інфармацыяй, якую яны ўтрымліваюць. У сувязі з гэтым асаблівай увагі заслугоўваюць задачы, у якіх апісваюцца класічныя фундаментальныя доследы і адкрыцці, якія з'яўляюцца падмуркам сучаснай фізікі.

Пры гэтым праблема павышэння якасці ведаў навучэнцаў (у сярэдняй школе і ВНУ) па фізіцы вырашаецца рознымі шляхамі, у прыватнасці, узмацненнем эксперыментальнага боку выкладання, арганізацыяй самастойнай працы і выкарыстаннем міні-задач.

Міні-задачы – гэта задачы, пры вырашэнні якіх патрабуецца растлумачыць тую ці іншую

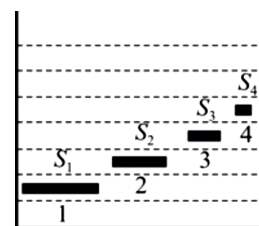
фізічную з'яву або прадказаць, як яна будзе працякаць пры пэўных умовах; у змесце гэтых задач, як правіла, адсутнічаюць лікавыя дадзеныя. Рашэнне міні-задач дазваляе ўвесці новыя паняцці, высветліць вивучаемыя заканамернасці, падрыхтаваць вучняў да выкладу новага матэрыялу. У працэсе рашэння такіх задач навучэнцы непасрэдна сутыкаюцца з неабходнасцю прымяніць атрыманыя веды па фізіцы ў рэальнай сітуацыі, глыбей усведамляюць сувязь тэорыі з практыкай. Рашэнне міні-задач – адзін з эфектыўных, хуткасных сродкаў паўтарэння і замацавання вучэбнага матэрыялу, праверкі ведаў навучэнцаў. Асаблівы эфект пры рашэнні міні-задач, разам з тэкставым зместам, уносяць рысункі і графікі, якія спрыяюць актыўнай мэтанакіраванай разумовай дзейнасці, ствараюць эмацыйны настрой і пазітыўнае стаўленне да працэсу рашэння задач.

Рашэнне міні-задач, у якіх выкарыстоўваюцца графікі, спрыяе высвятленню функцыянальнай залежнасці паміж фізічнымі велічынямі, прывіццю навыкаў працы з маштабамі і фарміраванню ўмення параўноўваць і аналізаваць фізічныя працэсы і з'явы. Міні-задачы з рысункамі патрабуюць вусна даць адказ на пастаўленае пытанне або адлюстраваць новы рысунак, які з'яўляецца адказам на рысунак задачы. Рашэнне такіх задач спрыяе выхаванню ў вучняў увагі, назіральнасці і развіццю фізічнай пісьменнасці.

Шматгадовы вопыт працы ў галіне адукацыі паказвае, што міні-задачы з'яўляюцца эфектыўным сродкам павышэння ўзроўню ведаў навучэнцаў і іх рашэнне спрыяе павышэнню матывацыі вучняў і студэнтаў да вучэння курса фізікі. У сувязі з гэтым намі створаны тэматычны комплекс такіх задач па ўсіх раздзелах фізікі, прыклады якіх прыведзены ніжэй.

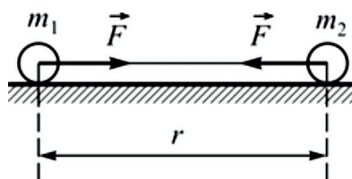
Механіка

1. Плоскія пласцінкі, плошчы паверхні якіх суадносяцца як $S_1 > S_2 > S_3 > S_4$, знаходзяцца ў вадзе на розных глыбінях ($h_1 < h_2 < h_3 < h_4$). У якім выпадку сіла ціску на пласцінку будзе найменшай:



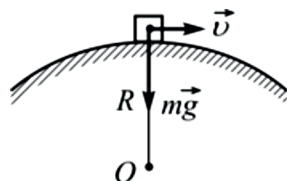
1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) будзе аднолькавай?

2. Два целы ўзаемадзейнічаюць паміж сабой. Калі масу першага цела павялічыць у 2 разы, а адлегласць паміж цэламі паменшыць у 2 разы, то сіла ўзаемадзейня:



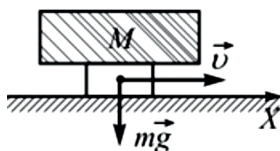
- 1) павялічыцца ў 4 разы; 2) паменшыцца ў 4 разы; 3) павялічыцца ў 8 разоў; 4) паменшыцца ў 2 разы.

3. Аўтамабіль рухаецца з пастаяннай па модулі скорасцю па выпуклым мосце. У гэтым выпадку сіла ціску аўтамабіля на мост у верхнім пункце і сіла цяжару суадносяцца як:



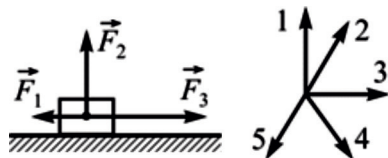
- 1) $F_{ц} > mg$; 2) $F_{ц} < mg$; 3) $F_{ц} = mg$; 4) $F_{ц} = mg/2$.

4. Цела масай m рухаецца па гарызантальнай паверхні. Калі на гэта цела пакласці груз, маса якога $M = 3m$, то сіла трэння слізгання:



- 1) павялічыцца ў 3 разы; 2) паменшыцца ў 3 разы; 3) паменшыцца ў 5 разоў; 4) павялічыцца ў 4 разы.

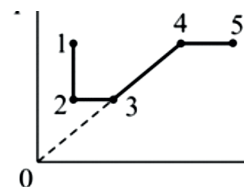
5. На цела дзейнічаюць тры сілы (гл. малюнак 1). Напрамак вектару вынікавай сілы на малюнку 2 пазначаны лічбай:



- 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.

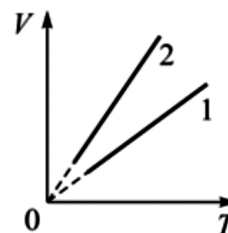
Малекулярная фізіка і тэрмадынаміка.

1. Залежнасць змены тэмпературы ідэальнага газу некаторай масы ад ціску графічна паказана на рысунку. Якому працэсу адпавядае ўчастак 3–4 гэтага графіка:



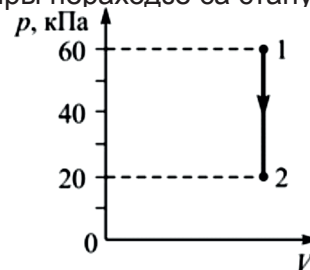
- 1) ізатэрмічнаму; 2) ізобарычнаму; 3) ізахарычнаму; 4) адыбатычнаму?

2. На рысунку паказаны дзве ізобары ў каардынатах V, T для аднаго і таго ж газу. Ціскі газу ў гэтых выпадках суадносяцца як:



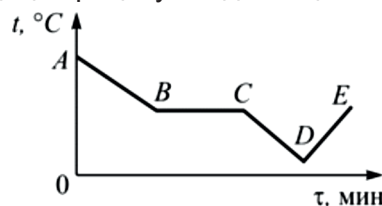
- 1) $p_1 > p_2$; 2) $p_1 < p_2$; 3) $p_1 = p_2$; 4) $p_1 > 2p_2$.

3. Зыходзячы з графіка вызначце, у колькі разоў змянілася тэмпература ідэальнага газу пры пераходзе са стану 1 у стан 2:



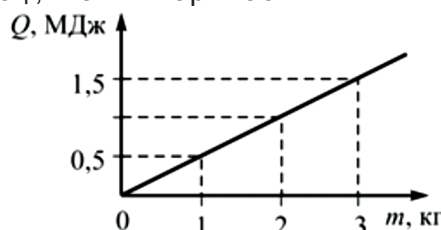
- 1) 4; 2) 5; 3) 4; 4) 3.

4. Які ўчастак графіка, што паказвае залежнасць тэмпературы рэчыва ад часу, можа адпавядаць працэсу кандэнсацыі:



- 1) DE; 2) AB; 3) BC; 4) CD?

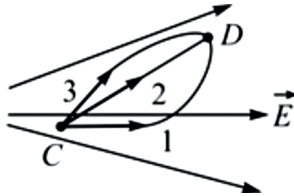
5. Вызначце ўдзельную цеплыню параўтварэння рэчыва з графіка залежнасці колькасці выдаткаванай цеплыні ад масы вадкасці, якая выпарылася:



- 1) 0,5 МДж/кг; 2) 1,5 МДж/кг;
- 3) 3,0 МДж/кг; 4) 1,0 МДж/кг.

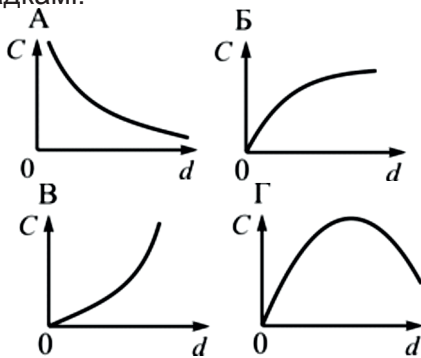
Электрычнасць і магнетызм.

1. Станоўчы кропкавы заряд q перамяшчаецца ў неаднародным электростатычным полі з кропкі С у кропку D па розных траекторыях. Пры перамяшчэнні па якой з траекторый работа сіл поля найбольшая:



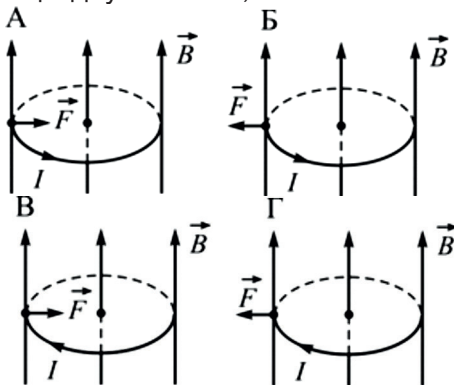
- 1) па першай; 2) па другой; 3) па трэцяй;
- 4) работа сіл поля аднолькавая?

2. На якім з графікаў правільна паказана залежнасць ёмістасці С плоскага паветранага кандэнсатара ад адлегласці d паміж яго абкладкамі:



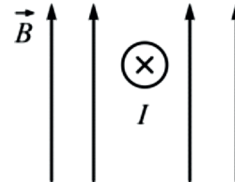
- 1) А; 2) Б; 3) В; 4) Г?

3. Металічнае кольца знаходзіцца ў магнітным полі, накіраваным уздоўж яго восі. На якім з рысункаў правільна пазначаны напрамкі індукцыйнага току I ў коле і сілы F, якая дзейнічае з боку поля на малы ўчастак кольца даўжынёй Δl , калі $\Delta B/\Delta t > 0$:



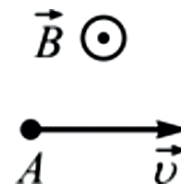
- 1) А; 2) Б; 3) В; 4) Г.

4. Згодна з рысункам, пакажыце напрамак сілы, якая дзейнічае на праваднік з токам:



- 1) уніз; 2) ўверх; 3) налева; 4) направа;
- 5) перпендыкулярна плоскасці рысунка ад назіральніка.

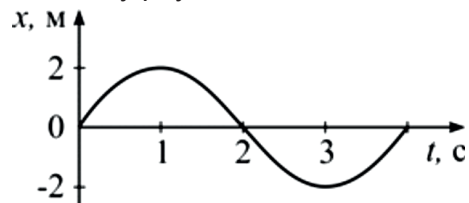
5. Згодна з рысункам, пакажыце напрамак сілы, якая дзейнічае на адмоўна зараджаную часціцу А:



- 1) перпендыкулярна плоскасці рысунка ад назіральніка;
- 2) уніз; 3) уверх; 4) налева; 5) направа.

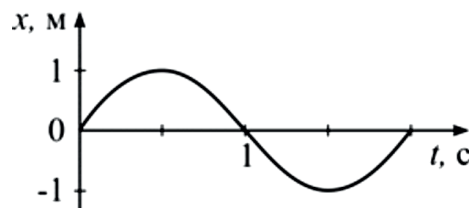
Ваганні і хвалі

1. На рысунку паказаны графік залежнасці каардынаты цела, якое здзяйсняе гарманічныя ваганні ўздоўж восі Oх, ад часу. Частата ваганняў роўная:



- 1) $\nu = 4$ Гц; 2) $\nu = 0,5$ Гц; 3) $\nu = 2$ Гц;
- 4) $\nu = 0,25$ Гц; 5) $\nu = 1$ Гц.

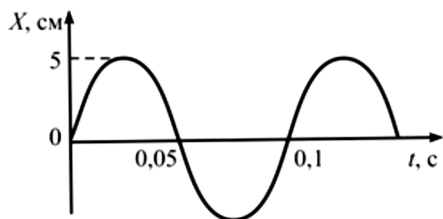
2. На рысунку паказаны графік залежнасці каардынаты цела, якое здзяйсняе гарманічныя ваганні ўздоўж восі Oх, ад часу. Амплітуднае значэнне праекцыі хуткасці v_{0x} цела на гэтую вось роўная:



- 1) $v_{0x} = 2$ м/с; 2) $v_{0x} = 4$ м/с; 3) $v_{0x} = 3$ м/с;
- 4) $v_{0x} = 5$ м/с; 5) $v_{0x} = 8$ м/с.

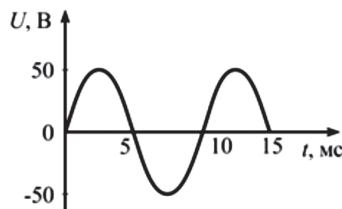
3. Калі амплітуда ваганняў $A = 5$ см, частата $\nu = 10$ Гц, пачатковая фаза $\phi_0 = 0$, то

раўнанне гарманічнага вагання, паказанага на рысунку, у асноўных адзінках СІ мае выгляд:



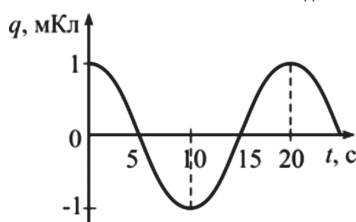
- 1) $x = 5 \sin 10 \pi t$;
- 2) $x = 0,05 \sin 20 \pi t$;
- 3) $x = 0,05 \cos(20 \pi t + \pi)$;
- 4) $x = 0,5 \sin (10 \pi t + 0,5 \pi)$;
- 5) $x = 5 \cos 20 \pi t$.

4. Па прыведзеных на графіку дадзеных залежнасці зарада q на абкладках ідэальнага кандэнсатара вагальнага контуру, ёмістасць якога $C = 6$ мкФ, ад часу t вызначыце максімальную энергію W_0 магнітнага поля контуру:



- 1) $W_0 = 83$ Дж;
- 2) $W_0 = 76$ Дж;
- 3) $W_0 = 35$ Дж;
- 4) $W_0 = 28$ Дж;
- 5) $W_0 = 105$ Дж.

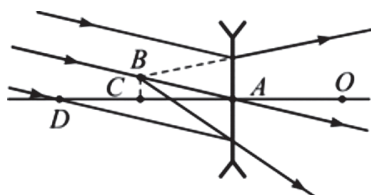
5. Па прыведзеных на графіку дадзеных залежнасці напружання U на рэзістары супраціўленнем $R = 20$ Ом, уключаным у ланцуг пераменнага току, ад часу t вызначыце дзеючае значэнне сілы току I_d у ланцугу:



- 1) $I_d = 1,2$ А;
- 2) $I_d = 1,8$ А;
- 3) $I_d = 2,1$ А;
- 4) $I_d = 0,60$ А;
- 5) $I_d = 3,4$ А.

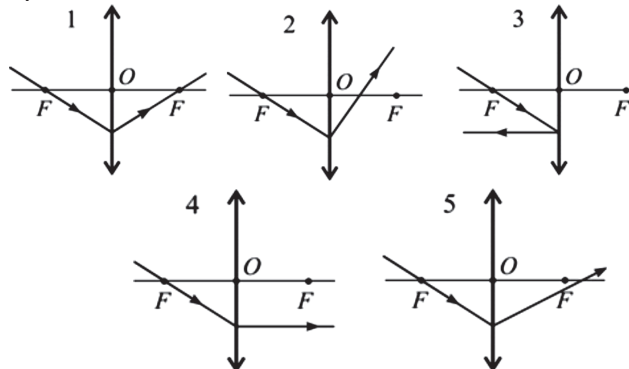
Опытка

1. Аптычным цэнтрам расейвальнай лінзы з'яўляецца кропка:



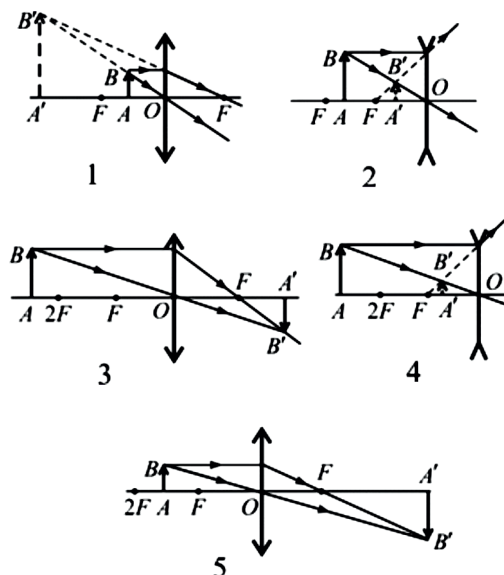
- 1) A;
- 2) O;
- 3) C;
- 4) D;
- 5) B.

2. Які з рысункаў дакладна адлюстроўвае ход праломленага прамяня ў збіральнай лінзе:



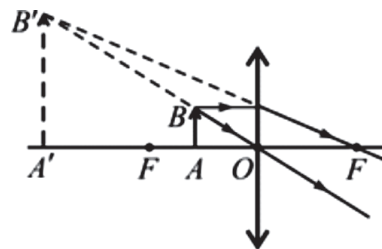
- 1) 2;
- 2) 4;
- 3) 1;
- 4) 5;
- 5) 3?

3. Які рысунак адпавядае атрыманню відарысу ў праекцыйным апарате:



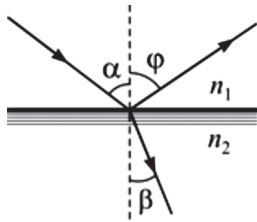
- 1) 4;
- 2) 5;
- 3) 2;
- 4) 1;
- 5) 3?

4. Якая роўнасць вызначае формулу тонкай лінзы для выпадку, паказанага на рысунку:



- 1) $1/F = 1/d + 1/f$;
- 2) $-1/F = 1/d - 1/f$;
- 3) $1/F = -1/d + 1/f$;
- 4) $-1/F = -1/d + 1/f$;
- 5) $1/F = 1/d - 1/f$?

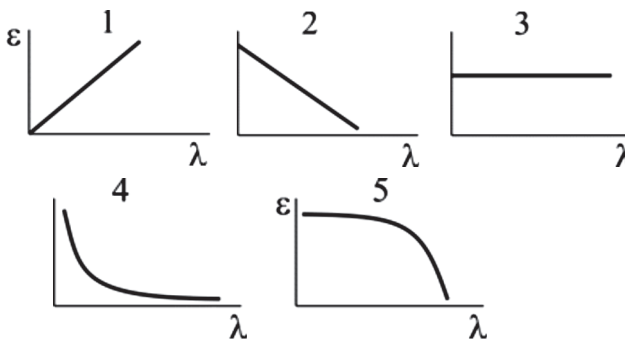
5. Згодна з рысункам закон праламлення святла вызначаецца роўнасцю:



- 1) $\sin\beta/\sin\alpha = n_1/n_2$; 2) $\sin\alpha/\sin\beta = n_1/n_2$;
- 3) $\sin\alpha/\sin\beta = n_2/n_1$; 4) $\sin\alpha/\sin\phi = n_2/n_1$;
- 5) $\sin\beta/\sin\phi = n_2/n_1$.

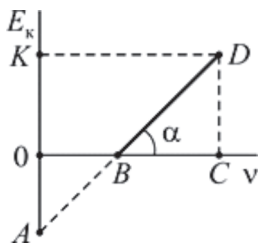
Квантова фізика

1. На якому рисунку адлюстровано графік залежності енергії фотона від довжини хвилі випромінювання:



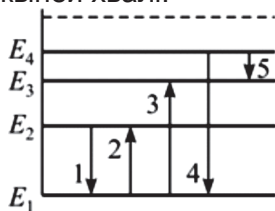
- 1) 3; 2) 4; 3) 1; 4) 5; 5) 2.

2. На рисунку адлюстровано графік залежності кінетичної енергії фотоелектрона від частоти випромінювання. Якою точкою рисунка визначається червона межа фотоефекту:



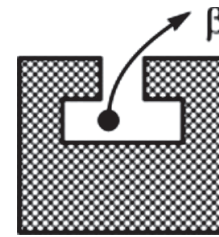
- 1) 5; 2) 3; 3) 4; 4) 1; 5) 2?

3. На рисунку представлені енергетичні рівні атома вадороду. Які переходи відповідають випромінюванню фотона з найменшою довжиною хвилі:



- 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5?

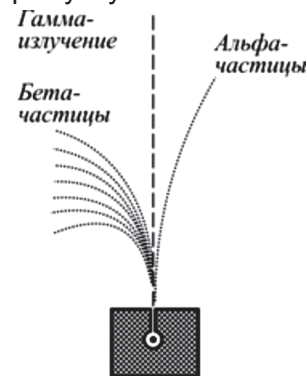
4. При дослідженні природи радіоактивних випромінювань препарат радіоактивного речовини поміщений в сильне магнітне поле. Як повинні бути направлені вектори індукції магнітного поля, щоб назіралося показане на рисунку відхилення частіць:



нага поля, щоб назіралося показане на рисунку відхилення частіць:

- 1) вгору;
- 2) вниз;
- 3) перпендикулярно площині рисунка від назірального;
- 4) перпендикулярно площині рисунка до назірального;
- 5) направо?

5. Відомо, що радіоактивне випромінювання має складати і в магнітному полі падіє на екрані на alpha-, beta- і gamma-випромінювання. Як направлено магнітне поле в випадку, показаному на рисунку:



- 1) вгору;
- 2) перпендикулярно площині рисунка від назірального;
3. перпендикулярно площині рисунка до назірального;
- 4) наліво;
- 5) направо?

Приведення прикладів міні-задач показує, що їх рішення не потребує великих витрат часу і глибокого аналізу їх змісту. Рисунки і графіки допомагають зрозуміти зміст і роблять такого типу задачі блискавичними. Кожна з них викликає мати вадане ставлення до даної вивчаємої або паутораємої фізичної теми, що приводить до більш ефективного запам'ятовування і підвищення уроюню ведау.

Рішення і аналіз міні-задач сприяє запам'ятовуванню асноуных законау і формул фізики, стварає уявлення аб їх характерных асаблі-

васцях і межах прымянення. Такого тыпу задачы развіваюць навыкі ў выкарыстанні агульных законаў матэрыяльнага свету для вырашэння канкрэтных пытанняў, якія маюць практычнае і пазнавальнае значэнне.

Фізіка як навучальны прадмет – не толькі сукупнасць тэарэтычных дадзеных, але і развіццё поглядаў на прыроду, фарміраванне светапогляду, стаўлення да рэчаіснасці. Мэта навучання фізіцы: фарміраванне навуковых ведаў у галіне прыродазнаўчых навук, паняццяў, законаў, сучаснай фізічнай карціны свету; фарміраванне эксперыментальных уменняў і навыкаў, знаёмства з асноўнымі напрамкамі навукова-тэхнічнага прагрэсу.

ЛІТАРАТУРА

1. Общая физика: сборник задач: учеб. пособие / В. А. Яковенко [и др.] ; под общ. ред. В. Р. Соболя. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 455 с.
2. Собаль, В. Р. Метадычны падыход пры рашэнні практычных задач па тэме «Інтэрферэнцыя святла» / В. Р. Собаль, Ч. М. Федаркоў, В. А. Бондар // Весті БДПУ, серыя 3. – 2017. – № 4. – С. 35–39.
3. Федаркоў, Ч. М. Графічныя задачы ў сістэме атрымання ведаў па фізіцы / Ч. М. Федаркоў, У. А. Якавенка // Весті БДПУ, серыя 3. – 2015. – № 4. – С. 16–20.
4. Централизованное тестирование. Физика : сборник тестов / Респ. ин-т контроля знаний М-ва образования Республики Беларусь. – Минск : Аверсэв, 2017. – 47 с.
5. Сергеева-Некрасова, М. С. Задачи по физике и методики их решения / М. С. Сергеева-Некрасова, Г. Ф. Смирнова. – Минск : БГУИР, 2004. – 32 с.
6. Хабибуллин, К. Я. Обучение методам решения нестандартных задач / К. Я. Хабибуллин // Школьные технологии. – 2004. – № 3. – С. 217–225.
7. Усова, А.В. Практикум по решению физических задач. – 2-е изд. / А. В. Усова, Н. Н. Тулькибаева. – М. : Просвещение, 2001. – 206 с.
8. Кудрявцев, Ю. Н. Методы решения физических задач / Ю. Н. Кудрявцев. – Ульяновск : УИПКПРО, 2010. – 43 с.

Таму рашэнне задач выступае і як мэта, і як метада, і як эфектыўны сродак навучання. У гэтым плане рашэнне міні-задач служыць простым, зручным і эфектыўным спосабам атрымання і праверкі ведаў, фарміравання вучэбных уменняў і навыкаў навучэнцаў, дазваляе хутка праводзіць паўтарэнне вывучанага матэрыялу, ажыццяўляць практычную міжпрадметную сувязь фізікі з матэматыкай, чарчэннем і іншымі навучальнымі прадметамі. Такім чынам, рашаючы падобныя міні-задачы, навучэнцы вучацца ў канкрэтных з'явах знаходзіць праявы фізічных законаў, і ў іх свядомасці адбываецца пашырэнне аб'ёму вывучаемых паняццяў і ведаў у цэлым.

REFERENCES

1. Obshchaya fizika: sbornik zadach: ucheb. posobiye / V. A. Yakovenko [i dr.]; pod obshch. red. V. R. Sobolya. – Minsk : Vysheyshaya shkola, 2015. – 455 s.
2. Sobal, V. R. Metadychny padykhod pry rashenni praktychnykh zadach pa teme “Interferentsyya svyatla” / V. R. Sobal, Ch. M. Fedarkou, V. A. Bondar // Vestsi BDPU, seryya 3. – № 4. – 2017. – S. 35–39.
3. Fedarkou, Ch. M. Grafichnyya zadachy u sisteme atrymannya vedau pa fizitsy / Ch. M. Fedarkou, U. A. Yakavenka // Vestsi BDPU, seryya 3. – № 4. – 2015. – S. 16–20.
4. Tsentralizovannoye testirovaniye. Fizika : sbornik testov / Resp. In-t kontrolya znaniy M-va obrazovaniya Respubliki Belarus. – Minsk : Aversev, 2017. – 47 s.
5. Sergeyeva-Nekrasova, M. S. Zadachi po fizike i metodiki ikh resheniya / M. S. Sergeyeva-Nekrasova, G. F. Smirnova. – Minsk : BGUIR, 2004. – 32 s.
6. Khabibullin, K. Ya. Obucheniya metodam resheniya nestandartnykh zadach / K. Ya. Khabibullin // Shkolnyye tekhnologii. – № 3. – 2004. – S. 217–225.
7. Usova, A. V. Praktikum po resheniyu fizicheskikh zadach. – 2-ye izd. / A. V. Usova, N. N. Tulkiybaeva. – M. : Prosveshcheniye, 2001. – 206 s.
8. Kudryavtsev, Yu. N. Metody resheniya fizicheskikh zadach / Yu. N. Kudryavtsev. – Ulyanovsk : UIPKPRO, 2010. – 43 s.