ՀՏԴ 37.02

Ֆիզիկական խնդիրների որակական վերլուծությունը որպես սովորողների մտածողության զարգացման միջոց*

Մանուկյան Վարդան

Հանգուցային բառեր. *խնդիր, տարբերակ, էներգիա, ուժ, գրաֆիկ, գնդիկ*

Նախաբան

Բոլոր ժամանակներում և ներկայումս նույնպես կարևորվել է ուսուցումը արդյունավետ, հետաքրքիր ու գրավիչ դարձնող միջոցների որոնումը: Ֆիզիկայի դասավանդման ժամանակ ավանդական մեթոդները, զուգակցելով նոր մոտեցումներով, կարելի է հասնել մոտիվացիայի աճի և ուսման որակի զգալի բարձրացման: Ինչպես տեսական նյութից, այնպես էլ գործնական առաջադրանքներից կարելի է ընտրել, առանձնացնել ու մշակել այնպիսիները, որոնց ներկայացումն ու քննարկումը կնպաստեն սովորողների մոտ ցանկալի որակների ձևավորմանն ու զարգացմանը: Աստիճանական սկզբունքով բարդացող տարբեր տիպի ընտրովի խնդիրների օգնությամբ կարելի է թիրախավորել և զարգացնել որոշակի կոնկրետ կարողություններ և հմտություններ:

Սույն աշխատանքում նպատակ ունենալով վեր հանել ու լուսաբանել ընտրովի խնդիրների նպաստող դերը ուսուցման ոչ ֆորմալ և արդյունավետ դարձնելուն՝ փորձ է արվում մշակել այդպիսի խնդիրների ընտրության ու վերլուծության երկու տիպի մոտեցումներ՝ երկու խնդրաշարքերի օգնությամբ, ինչն էլ հանդիսանում է աշխատանքի գիտամեթոդական նորույթը:

Աշխատանքի առաջին մասում առանձնացված և դիտարկված է աստիճանական բարդացման սկզբունքով կազմված ֆիզիկական խնդրիրների մի շարք: Չնայած այդ խնդիրները ֆիզիկայի տարբեր բաժիններից են, դրանք բոլորը լուծվում են ֆիզիկայի դպրոցական դասընթացի շրջանակում՝ գրեթե զերծ մնալով ֆորմալ բանաձևերի կիրառումից: Մեր նպատակն է վեր հանել ֆիզիկական և մաթեմատիկական բնույթի տրամաբանական դատողություններից կազմված շարքերի միջոցով լուծվող ընտրովի ֆիզիկական խնդիրների նպաստող դերը սովորող-

* *Հետազոտությունն իրականացվել է ՇՊՀ-ի կողմից տրամադրվող ֆինանսական աջակցության շնորհիվ՝ № ShSU 02-SCI-2022 ծածկագրով գիտական թեմայի շրջանակներում:*

ների մոտ դիտարկելու, կռահելու, եզրակացություններ անելու կարողությունների ձևավորման և զարգացման պրոցեսում: Ֆիզիկայում մաթեմատիկական բանաձևերի կիրառումը շատ դեպքերում անխուսափելի է, և հնարավոր չէ որևէ այլ ոչ մաթեմատիկական միջոցով ստանալ ցանկալի քանակական, իսկ երբեմն էլ նույնիսկ որակական արդյունք: Սակայն շատ կարևոր է ցանկացած կոնկրետ իրավիճակում գնահատել օգտագործվելիք մաթեմատիկայի անհրաժեշտ ծավալը և չանել ավելորդ տավտոլոգիական քայլեր ու «տեսնելով» խնդրի էությունն ու լուծման ուղին՝ ընտրել համարժեք օպտիմալ կատարողական գործիքակազմ:

Աստիճանական բարդացման սկզբունքով կազմված հաջորդ խնդրաշարքը նվիրված է որակական գծագրերի, երևույթներ լուսաբանող գծապատկերների և ոչ բանաձևային բնույթի միջոցների ու ոչ մեծածավալ մաթեմատիկական հաշվումների օգնությամբ լուծվող ֆիզիկական ընտրովի խնդիրների նպաստող դերի ներկայացմանը՝ որպես սովորողների մոտ ինտուիցիայի, վերլուծական և տրամաբանական մտածողության ձևավորման և զարգացման միջոց: Ցույց է տրված, որ որոշ դեպքերում նույնիսկ որակական գծագիրը կամ ֆիզիկական իրավիճակը որակապես նկարագրող գծապատկերը կարող է բերել բաղդատական բնույթի հարցադրումների հստակ և ճշգրիտ պատասխանի:

Դիտարկելու, կռահելու և եզրակացություններ անելու կարողություններ ձևավորող, ոչ ֆորմալ միջոցներով լուծվող ֆիզիկական խնդիրներ

Ստորև կքննարկենք աստիճանական բարդացման սկզբունքով կազմված ֆիզիկական մի խնդրաշարք, որի խնդիրների համար նախ կներկայացնենք ստանդարտ լուծման տարբերակները, ապա անցում կկատարենք դրանց ոչ հաշվարկային բնույթի դատողությունների շարքի վրա կառուցված լուծումներին: Կներկայացնենք նաև մեթոդական բնույթի որոշ անհրաժեշտ մեկնաբանություններ հիմնավորելու համար այս մոտեցման դերը սովորողների մտածողության, կարողությունների և հմտությունների զարգացման գործընթացում:

Խնդիր 1: Որքա՞ն է հորիզոնի նկատմամբ 60^0 անկյան տակ նետված մարմնի պոտենցիալ և կինետիկ էներգիաների հարաբերությունը հետագծի ամենավերին կետում [1, 106]:

Խնդրի լուծման բանաձևային տարբերակ: Նախ խնդիրը լուծենք ստանդարտ տարբերակով՝ պոտենցիալ և կինետիկ էներգիաների բանաձևերի անմիջական կիրառմամբ: Այսպիսով՝ $\dfrac{E_P}{E_K}=\dfrac{mgh}{\dfrac{mv^2}{2}}=\dfrac{2gh}{v^2}$:

Ստացված արտահայտության մեջ տեղադրելով մարմնի թռիչքի առավելագույն բարձրության և այդ բարձրության վրա արագության հետևյալ բանաձևերը՝ $h=\dfrac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g}$, $v=v_0\cos\alpha$, կրճատումներից հետո ստանում ենք

$$E_P/E_K=tg^2\alpha=3:$$

Երկրորդ տարբերակ: Հետագծի վերին կետում մարմնի արագությունը հավասար է սկզբնական արագության հորիզոնական բաղադրիչին ($v=v_0\cos 60^0$), հետևաբար այն երկու անգամ փոքր է սկզբնական արագությունից: Քանի որ կինետիկ էներգիան համեմատական է արագության քառակուսուն, հետագծի վերին կետում մարմնի կինետիկ էներգիան 4 անգամ փոքր կլինի սկզբնական կինետիկ էներգիայից: Վերջինս հավասար է մարմնի լրիվ մեխանիկական էներգիային, որից պարզ է դառնում, որ թռիչքի առավելագույն բարձրության վրա մարմնի կինետիկ էներգիան կազմում է լրիվ մեխանիկական էներգիայի մեկ քառորդ մասը: Համաձայն լրիվ մեխանիկական էներգիայի պահպանման օրենքի՝ պոտենցիալ էներգիան էլ կկազմի լրիվ մեխանիկական էներգիայի մնացած՝ երեք չորրորդ մասը, և, հետևաբար երեք անգամ մեծ կլինի կինետիկից, ուրեմն՝ $E_P/E_K=3$:

Դիտարկված խնդրի երկրորդ տարբերակով լուծման ժամանակ էներգիական բնույթի դատողությունները հնարավորություն ընձեռեցին էներգիաների որոնելի հարաբերությունը ստանալ «մատների վրա», գործնականում առանց բանաձևային հաշվարկների ու մաթեմատիկական ձևափոխությունների կիրառման: Մաթեմատիկական ապարատի տեսակետից ըստ էության այս լուծումը հենված է քառակուսային կախվածության գաղափարի պարզագույն ընկալման և մասերով լուծման տարրական թվաբանական եղանակի վրա:

Խնդիր 2: 18 կգ զանգվածով մարմինը, որը գտնվում է Երկրի մակերևույթից մեծ բարձրության վրա, ձգվում է Երկրի կողմից 20 Ն ուժով:

1) Քանի՞ անգամ է այդ բարձրությունը մեծ Երկրի շառավղից:
2) Որքա՞ն կլիներ Երկրի կողմից մարմնի վրա ազդող ձգողության ուժը, եթե այն գտնվեր Երկրի մակերևույթի վրա [2, 41]:

Խնդրի լուծման առաջին տարբերակ: Երկրի կողմից մարմնի վրա ազդող ուժը որոշվում է Նյուտոնի տիեզերական ձգողության օրենքի համաձայն՝ $F = \dfrac{GmM}{(R+h)^2}$: Մյուս կողմից՝ Երկրի մակերևույթին ազատ անկման արագացման համար ունենք՝ $g_0 = \dfrac{GM}{R^2}$ = 10մ/վ^2, որտեղից $GM = g_0 R^2$: Վերջինս տեղադրում ենք ուժի արտահայտության մեջ՝

$$F = \frac{mg_0 R^2}{(R+h)^2}$$, որտեղից էլ ստանում ենք

$$\frac{R+h}{R} = \sqrt{\frac{mg_0}{F}} = 3 \text{ և } \frac{h}{R} = 2 :$$

Հաջորդ հարցը, որին ի դեպ կարելի էր անդրադառնալ ի սկզբանե, պահանջում է որոշել ծանրության ուժը Երկրի վրա: Ակնհայտ է, որ

$$F_0 = mg_0 = 180 \text{ Ն}:$$

Ներկայացնենք լուծման մի տարբերակ ևս, որը քիչ է տարբերվում նախորդից, սակայն իր կատարման ընթացքով և ոճով «մոտեցնում է» հաջորդ տարբերակին և ըստ էության հուշում այն:

Երկրորդ տարբերակ: Այս դեպքում արդեն հաշվի չառնելով խնդրում հարցերի հաջորդականությունը՝ ցուցաբերենք ավելի բնական մոտեցում և սկզբից որոշենք մարմնի վրա ազդող ծանրության ուժը Երկրի վրա՝

$$F_0 = mg_0 = 180 \text{ Ն}:$$

Այժմ, երբ ունենք մարմնի վրա ազդող ուժերի արժեքները տարբեր բարձրությունների վրա, կարելի է գրել այդ ուժերի բանաձևային արտահայտությունները, և դրանք հարաբերել՝

$$F_0 = \frac{GmM}{R^2};\ F = \frac{GmM}{(R+h)^2} : \Rightarrow \frac{F_0}{F} = \frac{(R+h)^2}{R^2} = 9 :$$

Արդյունքում ստանում ենք

$$R + h = 3R \text{ և } h/R = 2 :$$

Երրորդ տարբերակ: Այս դեպքում էլ սկզբում գտնում ենք, որ Երկրի մակերևույթի վրա գտնվող մարմնի վրա ազդող ծանրության ուժը 180 Ն է: Փաստորեն, ունենք, որ Երկրից մեծ հեռավորության վրա մարմնի վրա ազդող ուժը, լինելով 20 Ն, ինն անգամ փոքր է Երկրի մակերևույթի վրա գտնվելիս նույն մարմնի վրա ազդող ուժից: Քանի որ տիեզերական ձգողության ուժը հակադարձ համեմատական է Երկրի կենտրոնից մարմինն եղած հեռավորության քառակուսուն, ուրեմն այդ ուժերի 9 անգամ տարբեր լինելու պատճառը նշված հեռավորությունների 3 անգամ տարբեր լինելն է: Հեռու դիրքում կենտրոնից եղած հեռավորությունը, Երկրի մակերևույթից ունեցած բարձրությունից բացի, ներառում է նաև Երկրի շառավիղը: Հետևապես կենտրոնից եղած երեք երկրային շառավղից հանելով Երկրի շառավիղը՝ մարմնի բարձրության համար ստանում ենք երկու երկրային շառավղի հավասար արժեք: Վերջինից ակնհայտ է, որ դիտարկվող բարձրության հարաբերությունը Երկրի շառավղին հավասար է 2-ի:

Այսպիսով՝ վերջին տարբերակով լուծելիս կազմվում է փոխկապակցված տրամաբանական դատողությունների փոքրիկ շարք, և փաստացի բանաձևային հաշվումների, մաթեմատիկական գործողությունների և ձևափոխությունների կարիք չի առաջանում: Ինչ խոսք, որ այս լուծման հիմքում էլ գրավիտացիոն ուժի հեռավորությունից ունեցած $\sim 1/r^2$ մաթեմատիկական կախվածությունն է, սակայն արդեն ընդհանուրից «զտված և առանձնացված են» լուծմանը տանող էական գաղափարները, ինչի արդյունքում մինիմալի է հասցված «ավելորդ» մաթեմատիկական գործողությունների քանակը:

Խնդիր 3: Կախոցի նույն կետից ամրացված միևնույն երկարությամբ թելերից կախված երկու լիցքավորված գնդիկներ օդից մտցնում են կերոսինի մեջ: Կերոսինի խտությունը 800 կգ/մ³ է, իսկ դիէլեկտրական թափանցելիությունը՝ 2: Հավասարակշռության վիճակում թելերի կազմած անկյունը օդում և կերոսինում նույնն է:

1) Գնդիկների էլեկտրական փոխազդեցության F_0 ուժն օդում քանի՞ անգամ է մեծ դիէլեկտրիկում նրանց էլեկտրական փոխազդեցության F ուժից:
2) Գնդիկի վրա ազդող ծանրության ուժը քանի՞ անգամ է մեծ կերոսինի կողմից նրա վրա ազդող արքիմեդյան ուժից:
3) Որքա՞ն է կերոսինում և օդում թելերի լարման ուժերի հարաբերությունը:
4) Որքա՞ն է գնդիկների միջին խտությունը [2, 163]:

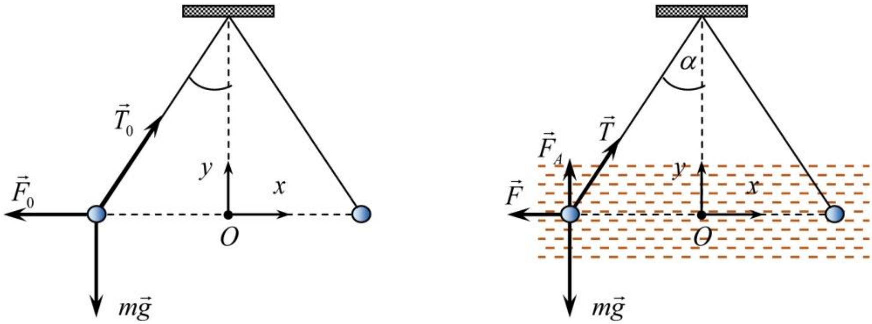
Խնդրի լուծման առաջին տարբերակ: Նախ ներկայացնենք խնդրի լուծման ստանդարտ մոտեցումը: Քանի որ, համաձայն խնդրի պայմանի, թելերի կազմած անկյունը օդում և կերոսինում նույնն է, նույնը կլինի նաև գնդիկների հեռավորությունը և օգտվելով Կուլոնի օրենքից՝ ստանում ենք՝

$$\frac{F_0}{F} = \frac{kq^2}{R^2}\frac{\varepsilon R^2}{kq^2} = 2:$$

Երբ գնդիկները կերոսինի մեջ են, ապա նրանց հավասարակշռության պայմանից ստանում ենք՝ (նկար 1)

$$0x \big| T\sin\alpha = F,\ \ 0y \big| T\cos\alpha = mg - F_A,$$

որտեղից էլ՝ $tg\alpha = \dfrac{F}{mg - F_A}$: Համանման ձևով, երբ գնդիկները օդում են, կստանաք՝ $tg\alpha = \dfrac{F_0}{mg}$: Հավասարեցնելով վերջին երկու արտահայտությունները՝ ծանրության ուժի և արքիմեդյան ուժի հարաբերության համար ստանում ենք՝ $\dfrac{mg}{F_A} = 2$:



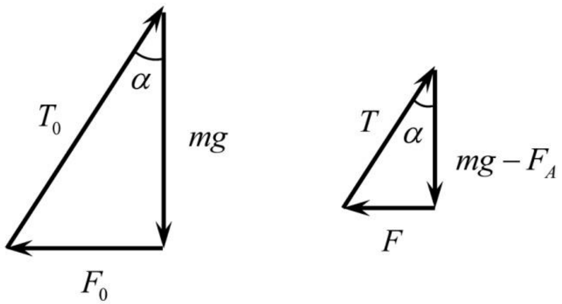
Նկար 1. Գնդիկի վրա ազդող ուժերը օդում և կերոսինում

Երբ գնդիկներն օդում են՝ $0x \big| T_0 \sin\alpha = F_0$: Օգտվելով վերջինից և հեղուկում գտնվող գնդիկի հավասարակշռության համապատասխան հավասարությունից՝ թելերի լարման ուժերի որոնելի հարաբերության համար ստանում ենք՝

$$T / T_0 = F / F_0 = 0{,}5:$$

Այժմ օգտվելով ծանրության և արքիմեդյան ուժերի մոդուլների՝ վերևում ստացված հարաբերությունից՝ ստանում ենք՝ $\dfrac{mg}{F_A} = \dfrac{mg}{\rho_0 gV} = \dfrac{\rho}{\rho_0} = 2,$ որտեղից էլ գնդիկի նյութի միջին խտության համար ստանում ենք՝ $\rho = 2\rho_0 = 1600$ կգ/մ³:

Երկրորդ տարբերակ: Այժմ փորձենք խնդիրը լուծել՝ օգտվելով հիմնականում ոչ հաշվարկային միջոցներից: Նախ՝ կրկին նշենք, որ թելերի կազմած անկյան նույնը մնալուց հետևում է գնդիկների հեռավորության նույնը մնալը: Չեն փոխվում նաև գնդիկների լիցքերը: Ուստի գնդիկների ստեղծած դաշտն ու նրանց փոխազդեցության ուժը նվազում է միայն միջավայրի բևեռացման հաշվին, որը, ինչպես հայտնի է ֆիզիկայի դպրոցական դասընթացից, բնութագրվում է դիէլեկտրական թափանցելիությամբ [5, 176]: Այսպիսով՝ գնդիկների էլեկտրաստատիկ փոխազդեցության ուժը նվազում է $F_0 / F = 2$ անգամ:



Նկար 2. Օդում (ձախ) և կերոսինում (աջ) գտնվելիս գնդիկի վրա ազդող համակշռված ուժերի վեկտորական դիագրամները

Նկար 2-ում պատկերել ենք օդում և հեղուկում գտնվող գնդիկների վրա ազդող ուժերի վեկտորական եռանկյունները: Քանի որ թելի կազմած անկյունը ուղղաձիգի նկատմամբ երկու դեպքերում էլ նույնն է, դիտարկվող ուղղանկյուն եռանկյունները նման են: Այդ դեպքում F -ի F_0 -ից երկու անգամ փոքր լինելուց հետևում է, որ T - ն էլ երկու անգամ փոքր է T_0 - ից և $T / T_0 = 0,5$: Նույն կերպ, կարելի է պնդել, որ F -ը հավասար է F_0 -ի կեսին, ինչից ուղակիորեն հետևում է, որ F_A արքիմեդյան ուժը երկու անգամ փոքր է ծանրության ուժից, այսինքն՝ $mg / F_A = 2$: Վերջապես, քանի որ հեղուկում լրիվ ընկղմված մարմնի վրա ազդող ծանրության և արքիմեդյան ուժերը հարաբերում են ինչպես մարմնի և հեղուկի խտությունները, պարզ է դառնում, որ մարմնի խտությունը կրկնակի անգամ գերազանցում է հեղուկի խտությանը և $\rho = 2\rho_0 = 1600$ կգ/մ³:

Վերը քննարկված խնդրի երկրորդ եղանակով լուծման կարևոր քայլ է հանդիսանում հեղուկում գտնվող գնդիկի համար ծանրության և արքիմեդյան ուժերի համազոր հանդիսացող մեկ այսպես ասած «էֆեկ-տիվ» ծանրության ուժի դիտարկումը: Այդ քայլով մենք հեղուկում գտնվող գնդիկի վրա ազդող ուժահամակարգը բերում ենք օդում գտնվելիս նրա վրա ազդող ուժահամակարգի տեսքի: Հաջորդ կարևոր պահը թելերի կազմած անկյան նույնը մնալուց վեկտորական եռանկյունների նմանու-թյան նկատումն է, որն էլ բերում է գործնականում առանց մաթեմատիկա-կան հաշվարկների անհրաժեշտ արդյունքների ստացման:

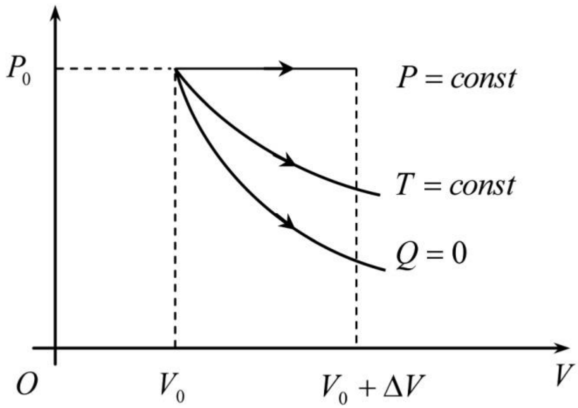
Վերլուծական և տրամաբանական մտածողություն ձևավորող, որակական գրաֆիկների և գծապատկերների միջոցով լուծվող ֆիզիկական խնդիրներ

Ստորև կներկայացնենք ֆիզիկական առաջադրանքների մի շարք, որը կարող է նպաստել աշակերտների մոտ որակական գրաֆիկների և գծապատկերների կիրառման հմտությունների ձևավորմանն ու աստի-ճանական զարգացմանը: Բերված մեկնաբանությունները նպատակ ունեն ցույց տալու նման խնդիրների դերը ֆիզիկական ինտուիցիայի և վերլուծական ու տրամաբանական մտածողության զարգացման գործում: Վերջում խոսվում է նաև քննարկված մոդելների և դրանց շրջանակում արված դատողությունների կիրառելիության սահմանների մասին:

Խնդիր 4: Շարժական մխոցով փակված երեք գլանաձև անոթներ ունեն միատեսակ ծավալ: Անոթները պարունակում են միևնույն զանգ-վածով և ջերմաստիճանի ջրածին: Անոթներում ջրածինը ընդարձակվում է նույն չափով, երեք տարբեր պրոցեսներով՝ ա) իզոբար, բ) իզոթերմ, գ) ադիաբատ: Նշված ո՞ր պրոցեսում է ջրածնի աշխատանքը առավելա-գույնը և որու՞մ է նվազագույնը [3, 208]:

Լուծում: Նշված հարցին այս կամ այն չափով կարելի է պատասխա-նել ֆիզիկական դատողությունների և որոշակի բանաձևերի կիրառմամբ: Սակայն բավական է օգտվել ջերմադինամիկայում աշխատանքի երկրա-չափական մեկնաբանությունից, և այդ հարցի պատասխանը ըստ էու-թյան դառնում է ակնհայտ:

Նկար 3-ում պատկերված են նույն P_0, V_0 վիճակից ջրածնի միևնույն՝ ΔV չափով ընդարձակման գրաֆիկները տարբեր պրոցեսների համար: Համաձայն աշխատանքի երկրաչափական մեկնաբանության՝ գազի կատարած աշխատանքը հավասար է $P = P(V)$ գրաֆիկի տակ ընկած պատկերի մակերեսին: Այստեղից պարզ է, որ ամենամեծ աշխատանք գազը կատարում է իզոբար ընդարձակման պրոցեսում, իսկ ամենափոքր՝ ադիաբատ պրոցեսում: Նույն կերպ, եթե դիտարկենք գազի սեղմումը միևնույն չափով, ապա մոդուլով ամենամեծ աշխատանքը կկատարվի ադիաբատ սեղման ընթացքում, իսկ ամենափոքրը՝ իզոբար պրոցեսում:

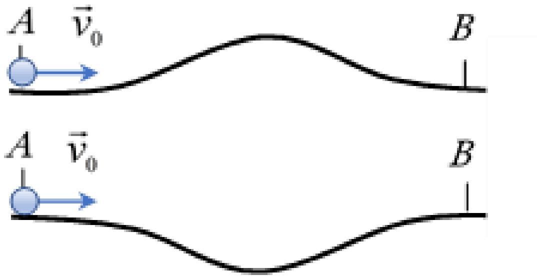


Նկար 3. Իզոբար, իզոթերմ և ադիաբատ ընդարձակումների համար ճնշման՝ ծավալից կախումների գրաֆիկները

Նկատենք, որ քննարկված դեպքում հեշտ և բնական է որակական գրաֆիկի օգնությամբ խնդրի լուծման ճանապարհը, քանի որ ավագ դպրոցի ջերմադինամիկա բաժնում պատշաճ ուշադրություն է դարձվում աշխատանքի երկրաչափական մեկնաբանությանը՝ մեկ ամբողջ ենթապարագրաֆ հատկացնելով դրան [5, 64-65]: Աշակերտներին խորթ չէ գազի կատարած աշխատանքը որպես $P = P(V)$ կախվածության գրաֆիկով սահմանափակված պատկերի մակերես դիտարկելը, և այս առաջադրանքում մնում է միայն ճիշտ փոխդասավորությամբ պատկերել համապատասխան գրաֆիկները, ինչը նույնպես հեշտությամբ արվում է իրենց իմացության շրջանակում:

Ստորև քննարկվող հաջորդ խնդրի դեպքում գրաֆիկական մոտեցում կիրառելն արդեն նույնքան ակնառու չէ, որքան նախորդում էր և պահանջում է ավելի մեծ երևակայություն և փորձառություն: Ավելին, այս խնդրի առավել ընդհանուր տարբերակով դիտարկումը լրացուցիչ պահանջում է նաև դինամիկ իրավիճակի քննարկում գծապատկերի օգնությամբ:

Խնդիր 5: Երկու գնդիկներ սկսում են շարժվել նույն A կետից միևնույն արագություններով նկար 4-ում պատկերված մակերևույթնե-րով: Տարբերվում են արդյոք գնդիկների՝ B կետին հասնելու ժամանակ-ները և այդ կետում ունեցած արագությունները: A և B կետերը գտնվում են միևնույն հորիզոնականի վրա: Շփումն անտեսել [4, 14]:

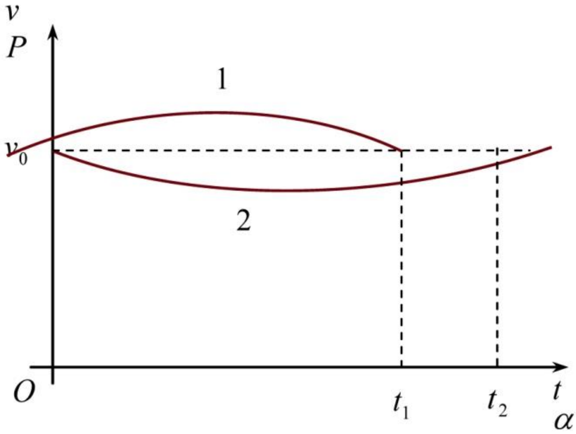


Նկար 4. Միևնույն $\vec{V}_0$ սկզբնական արագությունն ունեցող գնդիկների շարժումը համաչափ ուռուցիկ և գոգավոր մակերևույթներով

Լուծում: Սկզբում քննարկենք արագությունների համեմատման հարցը: Քանի որ, համաձայն խնդրի պայմանի, շփումն անտեսում ենք, գնդիկի լրիվ մեխանիկական էներգիան պահպանվում է: Այդ դեպքում պարզ է, որ տարբեր հետագծերով B կետ հասնելիս գնդիկները կունե-նան միևնույն արագությունը, ընդ որում, քանի որ A և B կետերը գտնվում են միևնույն հորիզոնականի վրա, B կետում գնդիկների արա-գությունը հավասար կլինի A-ում նրանց ունեցած v_0 արագությանը:

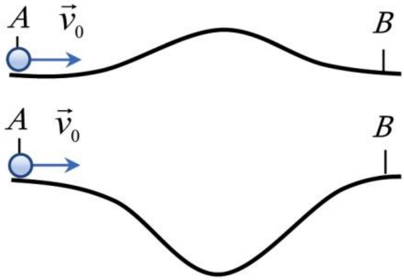
Նախ խնդրի քննարկումը կատարենք այն մասնավոր տարբերակով, երբ գնդիկի շարժման հետագծերը համաչափ են (նկ. 4): Այդ դեպքում երկու հետագծերով շարժվելիս գնդիկն անցնում է միևնույն ճանապարհը:

Էներգիայի պահպանման օրենքից ակնհայտ է, որ ուռուցիկ մակերևույթով շարժվող գնդիկի արագությունը սկզբում նվազում է, հետո աճում և B կետում նորից ընդունում v_0 արժեքը: Համանման ձևով հեշ-տությամբ կարելի է համոզվել, որ գոգավոր մակերևույթով շարժվող գնդիկի արագությունը սկզբում աճում է և հետո արդեն նվազում է՝ հետագծի դիտարկվող տեղամասի վերջում ընդունելով v_0 արժեքը: Նկ. 5 - ում պատկերել ենք գնդիկի արագության մոդուլի՝ ժամանակից կա-խումն արտահայտող գրաֆիկները երկու շարժումների համար: Քանի որ երկու դեպքերում գնդիկի անցած ճանապարհները հավասար են, հավասար պետք է լինեն նաև 1 և 2 կորերով սահմանափակված սեղանակեր-պերի մակերեսները, ինչից պարզ է դառնում, որ $t_1 < t_2$: Այսպիսով, չնա-յած երկու դեպքերում էլ գնդիկը B կետ հասնում է միևնույն v_0 արագու-թյամբ, գոգավոր մակերևույթով շարժվելիս այն ծախսում է ավելի քիչ ժա-մանակ, քան ուռուցիկով:



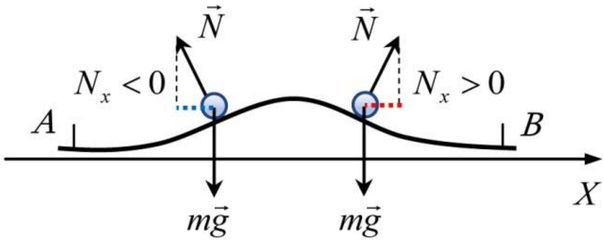
Նկար 5. Գնդիկի արագության՝
ժամանակից կախումն արտահայտող գրաֆիկները
(1 - գոգավոր մակերևույթի դեպքում, 2 – ուռուցիկ մակերևույթի դեպքում)

Անցնենք խնդրի դիտարկմանը առավել բարդ տարբերակով, երբ գնդիկի ուռուցիկ և գոգավոր մակերևույթներով շարժման հետագծերը տարբեր են (համաչափ չեն) (նկար 6): Այս դեպքում արդեն գնդիկի անցած ճանապարհները հավասար չեն, և պարզ է, որ արագության մոդուլի գրաֆիկների քննարկումը այլևս չի բերի խնդրի լուծմանը: Սակայն այս դեպքում էլ հեշտ է նկատել, որ, չնայած ճանապարհների տարբերությանը գնդիկը երկու դեպքերում էլ կատարում է միևնույն տեղափոխությունը: Ավելին, խնդրի պայմանից ակնհայտ է, որ երկու շարժումների դեպքում էլ գնդիկը հորիզոնական ուղղությամբ տեղափոխվում է միևնույն AB չափով: Եթե կոորդինատային OX առանցքն ուղղորդենք հորիզոնական՝ A կետից դեպի B ուղղությամբ, ապա երկու շարժումների դեպքում էլ գնդիկի տեղափոխության պրոյեկցիան այդ առանցքի վրա կլինի $S_x = AB$: Սա հուշում է, որ արագության մոդուլի ժամանակային կախ-վածության փոխարեն կարելի է դիտարկել արագության v_x պրոյեկցիայի՝ ժամանակից ունեցած կախումը:



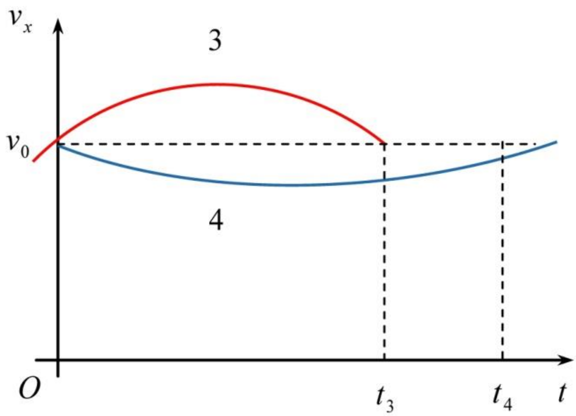
Նկար 6. Միևնույն $\vec{V}_0$ սկզբնական արագությունն ունեցող գնդիկների շարժումը տարբեր կորությամբ ուռուցիկ և գոգավոր մակերևույթներով

Երկու շարժումների դեպքում էլ գնդիկի վրա ազդում են միայն ծանրության և հակազդեցության ուժերը: Ծանրության ուժը չունի հորիզոնական բաղադրիչ և չի կարող փոխել գնդիկի արագության v_x հորիզոնական բաղադրիչը: Գծագրի վրա պատկերելով հակազդեցության ուժը գնդիկի տարբեր դիրքերում՝ պարզ է դառնում, որ ուռուցիկ մակերևույթով շարժվելիս այդ ուժի N_x բաղադրիչը մինչև գնդիկի մաքսիմալ բարձրության հասնելը բացասական է, իսկ հետագա շարժման ընթացքում՝ մինչև B կետ հասնելը՝ դրական (նկար 7):



Նկար 7. Գնդիկի վրա ազդող $\vec{N}$ հակազդեցության ուժի պրոյեկցիան X առանցքի վրա բլրակը բարձրանալիս բացասական է, իսկ իջնելիս՝ դրական

Ըստ այդմ, ուռուցիկ մակերևույթով շարժվող գնդիկի արագության v_x պրոյեկցիան սկզբում նվազում է, հետո աճում և B կետում նորից ընդունում v_0 արժեքը: Համանման ձևով հեշտությամբ կարելի է համոզվել, որ գոգավոր մակերևույթով շարժվող գնդիկի արագության v_x բաղադրիչը սկզբում աճում է և հետո արդեն նվազում՝ հետազծի դիտարկվող տեղամասի վերջում ընդունելով v_0 արժեքը: Նկար 8-ում պատկերել ենք գնդիկի արագության v_x պրոյեկցիայի ժամանակից կախումն արտահայտող գրաֆիկները երկու շարժումների համար: Քանի որ երկու դեպքերում էլ գնդիկի տեղափոխության պրոյեկցիան նույնն է և հավասար է AB-ի, հավասար պետք է լինեն նաև 3 և 4 կորերով սահմանափակված սեղանակերպերի մակերեսները, ինչից պարզ է դառնում, որ $t_3 < t_4$: Այսպիսով, չնայած երկու դեպքերում էլ գնդիկը B կետ հասնում է միևնույն v_0 արագությամբ, գոգավոր մակերևույթով շարժվելիս այն ծախսում է ավելի քիչ ժամանակ, քան ուռուցիկով:



Նկար 8. Գնդիկի արագության հորիզոնական բաղադրիչի՝ ժամանակից կախումն արտահայտող գրաֆիկները (3 - գոգավոր մակերևույթի դեպքում, 4 - ուռուցիկ մակերևույթի դեպքում)

Կարծում ենք՝ ավելորդ չէր լինի սովորողների ուշադրությունը հրավիրել այն հանգամանքին, որ բերված դատողությունները հետագծերի որոշակի տեսքերի ու չափերի, ինչպես նաև գնդիկի սկզբնական արագության որոշակի արժեքների դեպքում կարող են կորցնել իրենց իմաստը: Օրինակ, ուռուցիկ մակերևույթով շարժվելիս, կախված մաքսիմալ բարձրությունից, կա արագության շեմային արժեք, որից փոքր սկզբնական արագություն ունենալու դեպքում գնդիկը չի կարողանա շրջանցել արգելքը և B կետ հասնելու փոխարեն հետ կվերադառնա A կետ: Մյուս կողմից էլ բավականին մեծ արագությունների դեպքում գնդիկը կարող է պոկվել կոր հենարանից և շարժման ընթացքի մի մասում կատարել ազատ անկում՝ «չհետևելով» մակերևույթի ձևին: Հետագծի ընդհանուր տեսքի պարագայում, իհարկե, հնարավոր չէ վերլուծել գնդիկի առանց պոկվելու շարժման հարցը: Կարելի է աշակերտների հետ քննարկել գնդիկի մակերևույթից պոկվելու հնարավորությունը, կատարել որոշակի որակական դատողություններ՝ դիտարկելով մասնավոր դեպքեր, և ապա առաջարկել լուծել խնդիրը, ընդունել, որ շարժման ընթացքում գնդիկի՝ հենարանից չպոկվելու պայմանը բավարարված է:

Եզրակացություն

Հոդվածում քննարկված խնդրաշարքերի ընտրությունն ու դրանց լուծման եղանակների ներկայացումը աշակերտների մոտ կարող են սերմանել խնդիրների նկատմամբ համակարգված մոտեցումների մշակման կարևորության գիտակցում և դրանց համակողմանի ուսումնասիրման ցանկություն: Զարգացնելով վերլուծական և տրամաբանական մտածողություն նմանատիպ առաջադրանքների կատարումը՝ բարձրանում է առարկայի տիրապետման որակն ու նպաստում ֆիզիկայի նկատմամբ հետաքրքրության աճին:

Գրականություն

1. Ալավերդյան Ռ. Բ., Ղազարյան Է. Մ., Մելիքյան Գ. Գ. և ուրիշ., Ֆիզիկա: Թեստային առաջադրանքների շտեմարան. - Եր., «Էդիթ Պրինտ», 2013. Մաս 2, 440 էջ:
2. Ալավերդյան Ռ. Բ., Մելիքյան Գ. Գ., Նինոյան Ժ. Հ., Պետրոսյան Ա. Վ., Ֆիզիկայի խնդիրների ժողովածու. - Եր., Հեղինակային հրատարակություն, 2009, 272 էջ:
3. Ալավերդյան Ռ. Բ., Մելիքյան Գ. Գ., Նինոյան Ժ. Հ. և ուրիշ., Ֆիզիկա: Թեստային առաջադրանքների շտեմարան. - Եր., «Էդիթ Պրինտ», 2014. Մաս 3, 294 էջ:
4. Հովհաննիսյան Ռ., Շարխատունյան Հ., Սարգսյան Է., Ֆիզիկայի խնդիրների և հարցերի ժողովածու, Եր.,: «Լույս», 2004, 231էջ:
5. Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Մամյան Ա., Մայիլյան Ս., Ֆիզիկա-11: Ավագ դպրոցի 11-րդ դաս. դասագիրք ընդհանուր և բնագիտամաթեմատիկական հոսքերի համար, Եր., «Էդիթ Պրինտ», 2010, 368 էջ:

Качественный анализ физических задач как средство развития мышления учащихся

Манукян Вардан

Резюме

Ключевые слова: *задача, вариант, энергия, сила, график, шарик*

В наши дни особое внимание уделяется поиску средств, позволяющих сделать обучение эффективным, интересным и привлекательным. Комбинируя традиционные методы с новыми подходами в обучении физике, можно добиться повышения мотивации и значительного повышения качества обучения. Как из теоретического материала, так и среди практических заданий можно отобрать, выделить и развить те, изложение и обсуждение которых будут способствовать формированию и развитию у учащихся желаемых качеств. С помощью различных типов отборных задач возрастающей сложности можно нацеливаться и развивать определенные специфические способности и навыки учащихся.

В этой работе, с целью выделить и подчеркнуть роль выборочных задач в обеспечении неформальности и эффективности обучения, делается попытка разработать два типа подходов к выбору и анализу таких задач с помощью двух наборов задач, чем и обусловлена научно-методическая новизна работы.

В первой части работы выделен и рассмотрен ряд физических задач, составленных по принципу постепенного усложнения. Хотя эти задачи из разных разделов физики, все они решаются в рамках школьного курса физики, почти без использования формальных математических расчетов. Нашей целью является выявление способствующей роли выборочных физических задач, решаемых посредством ряда логических рассуждений физико-математического характера, в процессе формирования и развития у учащихся умения наблюдать, догадываться и делать выводы. В физике во многих случаях неизбежно использование математических формул и получить желаемый количественный, а иногда и качественный результат никакими другими нематематическими средствами невозможно. Однако очень важно оценить необходимый объем математики для использования в каждой конкретной ситуации и не делать лишних ненужных шагов при решении задач.

Следующий блок задач, составленный по принципу постепенного усложнения, посвящен показу роли и значения вспомогательных качественных графиков, рисунков, иллюстрирующих явления, неформульных

средств и немассивных математических вычислений при решении физических задач. Показано, что такие средства способствуют формированию и развитию интуиции, аналитического и логического мышления у учащихся. Показано, что в ряде случаев даже качественный график или картинка, описывающая физическую ситуацию, может привести к ясному и точному ответу на вопросы сравнительного характера.

Qualitative Analysis of Physical Problems as a Means of Developing Students' Thinking

Manukyan Vardan

Summary

Key words: *problem, option, energy, force, graph, ball*

Nowadays, special attention is paid to finding means of making learning effective, interesting and attractive. By combining traditional methods with new approaches in teaching physics, one can achieve an increase in motivation and a significant increase in the quality of education. Both from the theoretical material and practical tasks, one can select, single out and develop those, presentation and discussion of which will contribute to the formation and development of the desired qualities among students. With the help of various types of selective tasks with increasing complexity, it is possible to target and develop certain specific abilities and skills of students.

In order to highlight and emphasize the role of selective tasks in ensuring the informality and effectiveness of learning, an attempt is made to develop two types of approaches to the selection and analysis of the problems, which determines the scientific and methodological novelty of the work.

In the first part of the work, a number of physical problems, compiled according to the principle of gradual complication, are singled out and considered. Although these problems are from different branches of physics, they are all solved within the framework of a school physics course, almost without the use of formal mathematical calculations. Our goal is to identify the contributing role of selective physical problems, solved through a series of logical reasoning of a physical and mathematical nature in the process of formation and development of students' ability to observe, guess and draw

conclusions. In physics, in a number of cases, the use of mathematical formulas is unavoidable, and it is impossible to obtain the desired quantitative, and sometimes even qualitative result by any other non-mathematical means. However, it is crucial to estimate the amount of mathematics that will be used in each specific situation and avoid taking unnecessary steps when solving problems.

The next set of tasks, compiled in accordance with the principle of gradual complication, is devoted to showing the role and significance of qualitative graphs, drafts illustrating phenomena, non-formula means and non-massive mathematical calculations in solving physical problems. It is shown that such means contribute to the formation and development of intuition, analytical and logical thinking among learners. It is shown that in some cases, even a qualitative graph or a draft that qualitatively describes a physical situation can lead to an accurate answer to questions of a comparative nature.

Ներկայացվել է 14.10.2022 թ.
Գրախոսվել է 27.10.2022 թ.
Ընդունվել է տպագրության 25.11.2022 թ.