Ներառարկայական և միջառարկայական կապերը ստատիկայի ուսուցման գործընթացում

Մանուկյան Վարդան

Հանգուցային բառեր. *ֆիզիկա, խնդիր, դպրոց, զանգվածների կենտրոն, էներգիա, հանրահաշիվ, երկրաչափություն*

Վերջին շրջանում ականատես ենք լինում գիտական զարգացումների քառուղիներում ծնունդ առած բոլորովին նոր գիտական ուղղությունների կայացմանը: Երիտասարդ բայց այլևս հաստատված այդ գիտությունների մի մասը ավանդական գիտական ուղղությունների սերտաճման և միավորման արդյունք են: Պարզ է, որ ներկայումս և այսուհետ ժամանակի հրամայականով թելադրված կենսունակ և կարևոր հետազոտությունների իրականացումը գործնականում անհնար կլինի առանց տարբեր գիտությունների փոխներգործուն միավորման: Այս պատճառով շատ կարևոր է, որ ապագա հետազոտողը արդեն դպրոցական և բուհական ուսումնառության ընթացքից ծանոթանա բնագիտական առարկաների հետազոտական եղանակների ընդհանրություններին և գիտակցի միջառարկայական կապերի կարևորությունը: Միջառարկայական կապերի վեր հանումը դասընթացը դարձնում է առավել ամբողջական, արդյունավետ և նպատակաուղղված: Անցնելով 12-ամյա կրթակարգի՝ դպրոցական դասընթացի տարբեր առարկաների ծրագրերում ավելացան նոր բաժիններ, որն իր հերթին միջառարկայական կապերի նորանոր դրսևորումների հնարավորություն է ստեղծում: Հաշվի առնելով այս ամենը՝ նպատակահարմար ենք համարում մշակել խնդրատեսակներ և ֆիզիկայի խնդիրների լուծման մոտեցումներ, որոնք ի ցույց կդնեն ինչպես ֆիզիկայի և մաթեմատիկայի երկկողմանի կապերը, այնպես էլ ֆիզիկայի և մյուս բնագիտական առարկաների միջև եղած սերտ կապերը: Ֆիզիկայի դասընթացում ոչ պակաս կարևորություն ունի նաև ներառարկայական կապերի վերհանումն ու զարգացումը՝ որպես ուսուցման գործընթացի արդյունավետության բարձրացման միջոց: Ներառարկայական կապերի որոնման և արտահայտման ակտուալությունը պայմանավորված է աշակերտների իմացության, հմտությունների և կարողությունների ձևավորման վրա նրա ունեցած մեծ ազդեցությամբ [1, 167-171]: Սույն աշխատանքում քննարկելու ենք մեխանիկայի «Ստատիկա» բաժնի ներառարկայական և միջառարկայական կապերը:

Ստատիկան մեխանիկայի այն բաժինն է, որն ուսումնասիրում է մարմինների հավասարակշռության մեջ գտնվելու պայմանները: Այն կարելի է համարել դինամիկայի մասնավոր դեպք, քանի որ հավասարակշռության պայմաններն արտահայտող հավասարումները դինամիկայի հավասարումների մասնավոր դեպք են՝ երբ բացակայում են արագացումները: Այս պատճառով ֆիզիկայի ընդհանուր դասընթացի շրջանակում ստատիկային հիմնականում չի հատկացվում առանձին բաժին: Սակայն կան մի քանի հիմնական պատճառներ՝ ստատիկան մեխանիկայի առանձին բաժին համարելու և դպրոցում այն առանձին ուսումնասիրելու համար: Նախ նկատենք, որ ընդհանուր առմամբ ստատիկան հանդիսանում է պինդ մարմնի դինամիկայի մասնավոր դեպք, մինչդեռ վերջինս դպրոցական դասընթացում չի ուսումնասիրվում: Մյուս կողմից հարկ է նշել, որ պատմականորեն ստատիկան առաջացել է դինամիկայից շուրջ երկու հազարամյակ ավելի վաղ՝ պայմանավորված շինարարական տեխնիկայի պահանջներով: Այդ ընթացքում ստատիկայում մշակվել են բավականին ընդհանուր մոտեցումներ և խնդիրների ուրույն դասեր, ինչը թույլ է տալիս այն համարել մեխանիկայի առանձին բաժին: Պատահական չէ, որ «Կիրառական մեխանիկա», «Տեսական մեխանիկա» և այլ ճարտարագիտական դասընթացներում «Ստատիկա» բաժինը ուսուցանվում է բավականին մեծ ծավալով՝ հիմնականում նախքան «Դինամիկա» բաժինը [2, 1-21; 3, 16-142]:

Ֆիզիկայի դպրոցական դասընթացի «Ստատիկա» բաժնի որոշ կարևոր հարցերի և խնդիրների քննարկումը միջառարկայական և ներառարկայական կապերի վերհանման և ցուցադրման հրաշալի հնարավորություն է ընձեռում: Բավական է նշել մեխանիկական համակարգի հավասարակշռության և պոտենցիալ էներգիայի մինիմումի կապը, հնարավոր տեղափոխությունների սկզբունքը, կամ օրինակ «ստատիկայի մեթոդներով» ինչպես որոշ հանրահաշվական արտահայտությունների, այնպես էլ հայտնի երկրաչափական թեորեմների «ֆիզիկական» մեկնաբանությունը: Անցնենք վերը նշված կապերը լուսաբանող որոշ հարցերի և խնդիրների քննարկմանը:

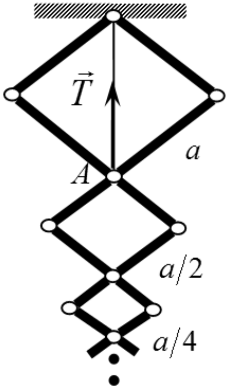
1. ***Հավասարակշռություն, աշխատանք և էներգիա:*** Երբեմն ստատիկայի խնդիրը կարելի է լուծել բոլորովին չսևեռվելով հավասարակշռության ուժային պայմանների վրա և դիտարկելով մարմինների հնարավոր անվերջ փոքր տեղափոխություններ՝ լուծումը տանել ուժերի կատարած աշխատանքների որոշման և էներգիական մոտեցումների ճանապարհով [4, 97-98]: Ստորև կքննարկենք մեր կողմից կազմված նման մի խնդիր, որը 2015 թ. առաջադրվել է ԳՊՄԻ ֆիզիկայի առարկայական օլիմպիադային:

Խնդիր 1: Գտեք բավականին մեծ քանակով շեղանկյուններից բաղկացած հոդակապային կախիչի վերին շեղանկյան հոդակապերի առանցքները միացնող թելի լարվածության ուժը: Կախիչի զանգվածը m է: Շփման ուժերն անտեսել (նկ. 1):

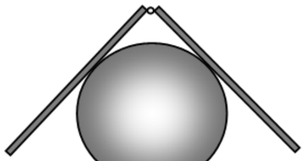
Լուծում: Դժվար չէ նկատել, որ եթե կախիչի երկարությունը l է, ապա դրա զանգվածի կենտրոնը գտնվում է կախման կետից $l/2$ հեռավորության վրա: Եթե թելը քանդենք և A կետից (նկ. 1) ազդելով նույն $\vec{T}$ ուժով այդ կետը բարձրացնենք անվեջ փոքր Δh չափով, ապա կկատարենք $\Delta A = T\Delta h$ աշխատանք: Այդ ընթացքում կախիչը կկարճանա

$$\Delta l = \Delta h + \frac{\Delta h}{2} + \frac{\Delta h}{4} + ... = \Delta h\left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + ...\right) = \frac{\Delta h}{1 - 1/2} = 2\Delta h$$

չափով, իսկ դրա զանգվածի կենտրոնը կբարձրանա $\Delta l/2 = \Delta h$ - ով: Քանի որ կատարված աշխատանքը հավասար է համակարգի պոտենցիալ էներգիայի աճին՝ $T\Delta h = mg\Delta h$, ուստի $T = mg$:



Նկար 1. Բարակ համասեռ ձողերի հոդակապային միացումներով պատրաստված կախիչ:



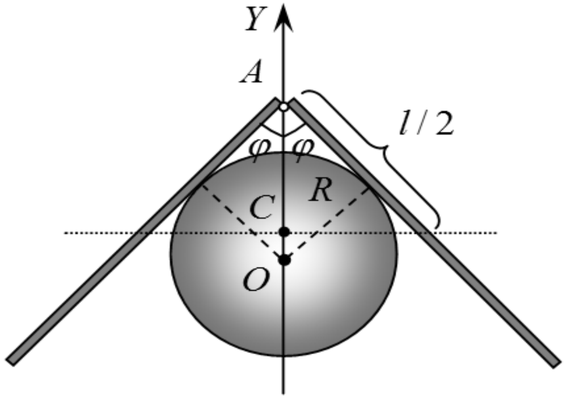
Նկար 2. Հոդակապով ամրացված բարակ համասեռ ձողերը համաչափորեն տեղադրված են գլանի վրա:

Հարկ ենք համարում նշել, որ քննարկված խնդիրը հայտնի գրքերում դիտարկված նմանօրինակ խնդիրների վարիացիաներից մեկն է: Նշենք նաև, որ վերևում նկարագրված եղանակի կիրառման «սաղմերն» արդեն դրված են միջին դպրոցում երբ լծակի կանոնը մեկնաբանվում է որպես մեխանիկայի «ոսկի կանոնի» հետևանք: Պարզ է, որ նմանօրինակ լուծման մեթոդի անսպասելիությունն ու անկանխատեսելիությունը սովորողների մոտ առաջացնում է զարմանք՝ նրանց պատճառելով գեղագիտական հաճույք և բերկրանք: Խնդիրների նման լուծումները շատ կարևոր են նաև ներառարկայական կապերի վերհանման տեսակետից:

Ինչպես հայտնի է կայուն հավասարակշռության դեպքում համակարգի պոտենցիալ էներգիան ընդունում է նվազագույն արժեք: Այլ կերպ ասած՝ մեխանիկական համակարգը ձգտում է նվազագույն պոտենցիալ էներգիայով վիճակի: Ասվածն արտահայտում է պոտենցիալ էներգիայի մինիմումի սկզբունքը: Պարզվում է, որ վերջինս կարելի է կիրառել ստատիկայի որոշ խնդիրների լուծման համար: Քննարկենք մի օրինակ.

Խնդիր 2: R շառավղով հարթ, հորիզոնական գլանի վրա դրված են հոդակապով ամրացված երկու համասեռ ձողեր: Ձողերը գտնվում են հավասարակշռության վիճակում, երբ նրանց միջև կազմած անկյունը 2φ է (նկ. 2): Որքա՞ն է յուրաքանչյուր ձողի l երկարությունը:

Լուծում: OY կոորդինատային ուղիղն ուղղորդենք ուղղաձիգ դեպի վեր՝ նրա O սկզբնակետն ընտրելով գլանի առանցքի վրա (նկ. 3): Այդ դեպքում նկար 3-ից պարզ է, որ A հոդակապի y_A կոորդինատը որոշվում է $y_A = \dfrac{R}{\sin\varphi}$ առնչությամբ: Նկար 3-ից երևում է, որ յուրաքանչյուր ձողի, հետևաբար և ձողերի համակարգի զանգվածների C կենտրոնը A հոդակապից ներքև է գտնվում $\frac{l}{2}\cos\varphi$ չափով: Հետևաբար համակարգի զանգվածների կենտրոնի y_C կոորդինատը կլինի $y_C = y_A - \frac{l}{2}\cos\varphi = \frac{R}{\sin\varphi} - \frac{l}{2}\cos\varphi$:



***Նկար 3.* Ձողերը միացնող A կետն ու ձողերի համակարգի C զանգվածների կենտրոնը գլանի O կենտրոնի հետ գտնվում են միևնույն ուղղաձիգ՝ OY առանցքի վրա:**

Որպեսզի ձողերի համակարգի պոտենցիալ էներգիան ընդունի նվազագույն արժեք, անհրաժեշտ է, որ նվազագույն արժեք ընդունի դրանց զանգվածների կենտրոնի y_C կոորդինատը: y_C-ի նվազագույն լինելուց հետևում է, որ նրա ածանցյալը՝ ըստ φ անկյան հավասար է զրոյի՝

$$y_C'(\varphi) = \left(\frac{R}{\sin\varphi} - \frac{l}{2}\cos\varphi\right)' = 0,$$

որտեղից էլ ստանում ենք՝

$$l = \frac{2R\cos\varphi}{\sin^3\varphi}:$$

Ինչպես տեսանք, խնդիրը լուծվեց առանց որևէ ուժի պատկերման և հավասարակշռության պայմանի ուժային վերլուծության: Այս խնդիրը, իհարկե, կարելի է լուծել նաև սովորական «ստատիկայի» մեթոդներով: Կարծում ենք, որ մեր կողմից ներկայացված լուծումը օգտակար է ներառարկայական կապերի վերհանման տեսակետից և կրկին ցույց է տալիս ֆիզիկայի տարբեր բաժինների ու դրանցում քննարկվող գաղափարների փոխկապակցվածությունը:

Ընդհանրացնող կրկնությունները ֆիզիկայի ուսուցման գործընթացում ունեն առանցքային նշանակություն և կարևորություն: Կրկնության գործընթացում կարևորագույն դեր է հատկացվում միջառարկայական և ներառարկայական կապերին [5, 68-69]: Օրինակ՝ խնդիր 2.-ը 10-րդ դասարանում կարելի է լուծել միայն ավանդական ուժային եղանակով, մինչդեռ կրկնությունների ընթացքում, երբ սովորողները մաթեմատիկայի դասընթացից արդեն ծանոթ են ածանցյալի գաղափարին, հնարավոր է դառնում նաև քննարկել վերը ներկայացված լուծումը:

2. *Զանգվածների կենտրոն և հանրահաշվական որոշ գումարներ:* Կան ստատիկայի այնպիսի առաջադրանքներ, երբ պահանջվում է որոշել նյութական կետերի համակարգի զանգվածների կենտրոնի կոորդինատները: Մասնավորապես, երբ բոլոր այդ կետերը գտնվում են միևնույն OX ուղղի վրա համակարգի զանգվածների կենտրոնի դիրքը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$x_c = \frac{\sum_{k=1}^{n} m_k x_k}{\sum_{k=1}^{n} m_k}:$$

Նշված արտահայտության համարիչն ու հայտարարը տարբեր վերջավոր գումարներ են և կախված նյութական կետերի զանգվածներից և դրանց բաշխման օրինաչափությունից՝ անհրաժեշտություն է առաջանում հաշվել տարբեր հանրահաշվական արտահայտություններ: Նման արտահայտությունների սովորողները հանդիպում են հանրահաշվի դասընթացում: Այս ամենը լավ հնարավորություն է ստեղծում մոտիվացնել հանրահաշվի տվյալ թեմաների դասավանդումը՝ մատնանշելով դրանց հնարավոր կիրառությունները ստատիկայում և ֆիզիկայի մյուս բաժիններում ինչը կարևոր է ֆիզիկա և մաթեմատիկա առարկաների միջառարկայական կապերի դրսևորման առումով: Շատ դեպքերում տպավորությունն այնպիսին է, թե այդ միջառարկայական կապերը խիստ միակողմանի են, այսինքն՝ մաթեմատիկական գիտելիքներն են, որ նպաստում են տարեր ֆիզիկական հարցերի և խնդիրների քննարկմանն ու լուծմանը: Սակայն նման եզրահանգումը թվացյալ է, քանզի առկա է նաև հակառակ ազդեցությունը, երբ մաթեմատիկական խնդիրների լուծման ժամանակ օգտվում են տարբեր ֆիզիկական օրենքներից և օրինաչափություններից, որն առանձին դեպքում նպաստում է որոշ մաթեմատիկական հասկացությունների ընկալման «նյութականացմանը»: Նշված հակառակ ազդեցության օրինակներից է համակարգի զանգվածների կենտրոնի բանաձևի կիրառմամբ մի քանի վերջավոր հանրահաշվական գումարներ հաշվումը [6, 35-42]: Ստորև կներկայացնենք մի տիպիկ օրինակ.

Խնդիր 3: *Հաշվել* $S_n = 1^3 + 2^3 + \cdots + n^3$ *գումարը:*

Լուծում: Դիտարկենք միավոր գծային խտությամբ համասեռ ձող և այն մտովի բաժանենք համապատասխանաբար $1; 2; \ldots; n$ երկարությամբ մասերի: Ձողի երկայնքով ուղղորդենք կոորդինատների OX առանցքը՝ սկզբնակետն ընտրելով ձողի ծայրակետերից մեկը (նկ. 4):

Նկար 4. Կետերով պատկերված են ձողի մասերի զանգվածների կենտրոնները: Քանի որ ձողը համասեռ է, դրանք այդ մասերի երկրաչափական կենտրոններն են:

Քննարկվող ձողն ունի $1+2+...+n=\dfrac{n(n+1)}{2}$ երկարություն, հետևաբար պարզ է, որ ձողի զանգվածի կենտրոնի x_c կոորդինատը կլինի՝ $x_c=\dfrac{n(n+1)}{4}$:

Մյուս կողմից ձողը դիտարկելով որպես n հատ ձողերի համակարգ՝ այդ համակարգի զանգվածների կենտրոնի կոորդինատի սահմանման համաձայն կունենանք

$$x_c=\frac{\sum\limits_{k=1}^{n}m_k x_k}{\sum\limits_{k=1}^{n}m_k}=\frac{1\cdot\frac{1}{2}+2\cdot\left(1+\frac{2}{2}\right)+3\cdot\left(3+\frac{3}{2}\right)+\cdots+n\left(\frac{n}{2}(n-1)+\frac{n}{2}\right)}{\frac{n(n+1)}{2}}=$$

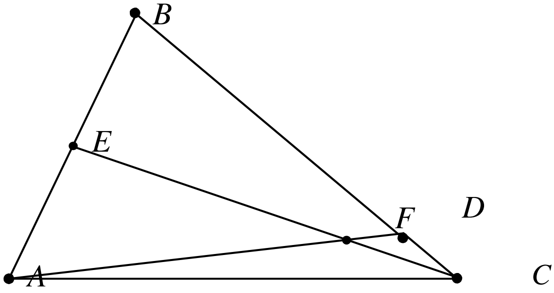
$$=\frac{\frac{1^3}{2}+\frac{2^3}{2}+\cdots+\frac{n^3}{2}}{\frac{n(n+1)}{2}}:$$

Այսպիսով՝ $x_c=\dfrac{n(n+1)}{4}=\dfrac{S_n}{n(n+1)}$, որտեղից կստանանք՝ $S_n=\dfrac{n^2(n+1)^2}{4}$:

Նշենք, որ վերևում քննարկված գումարի և նմանատիպ այլ վերջավոր գումարների հաշվման համար կան տարբեր զուտ հանրահաշվական մոտեցումներ:

3. ***Ստատիկա և երկրաչափություն:*** Անտիկ հույն մտածող մաթեմատիկոս և ֆիզիկոս Արքիմեդը հայտնաբերել է նյութական կետերի զանգվածների կենտրոնի կիրառմամբ երկրաչափական թեորեմների ապացուցման յուրահատուկ մի մեթոդ [7, 4-5], որը հետագայում զարգացվել է մի շարք հայտնի մաթեմատիկոսների կողմից: Մեթոդի էությունն ու դրա տարբեր հետաքրքիր կիրառությունները ներկայացված են [7] գրքում: Նշենք միայն, որ բազմանկյունների գագաթներում կամ այլ կետերում մտովի տեղադրելով տարբեր զանգվածներով նյութական կետեր՝ այդ մեթոդի շրջանակում հնարավոր է լինում պարզել մի քանի ուղիղների միևնույն կետում հատվելու կամ մի քանի կետերի միևնույն ուղղին կամ հարթությանը պատկանելու հարցերը: Մասնավորապես այս ճանապարհով Արքիմեդին հաջողվել է ապացուցել եռանկյունների միջնագծերի միևնույն կետում հատվելու մասին թեորեմը: Ստորև կներկայացնենք մի խնդիր, որը բնական ու պարզ կերպով լուծվում է նշված «զանգվածների մեթոդով»:

Խնդիր: ABC եռանկյան BC կողմի վրա վերցված է D կետ այնպես, որ $BD : DC = 5$: Որոշել, թե ինչ հարաբերությամբ է եռանկյան CE միջնագիծը տրոհում AD հատվածը:



Նկար 5. *CE միջնագիծը F կետով տրոհում է AD հատվածը երկու մասի:*

Լուծում: D կետը BC -ն տրոհում է 5:1 հարաբերությամբ: Հետևաբար եթե B և C կետերում տեղադրենք $m_B = m$ և $m_C = 5m$ զանգվածներով նյութական կետեր, ապա D-ն կլինի դրանց զանգվածների կենտրոնը (նկ. 5): Նույն կերպ, եթե A կետում տեղադրենք $m_A = m$ զանգվածով նյութական կետ, ապա E միջնակետը կլինի A և B կետերում տեղադրված նյութական կետերի զանգվածների կենտրոնը: Դիտարկվող m_A, m_B և m_C նյութական կետերի համակարգի զանգվածների կենտրոնը կլինի AD և CE հատվածների հատման F կետը: Այժմ m_B և m_C նյութական կետերի համակարգը փոխարինենք դրանց զանգվածների D կենտրոնում տեղադրված $m_D = m_B + m_C = 6m$ զանգվածով նյութական կետով: Քանի որ D - ն m_D և m_A - ի զանգվածների կենտրոնն է՝

$$\frac{AF}{AD} = \frac{m_D}{m_A} = 6 :$$

Դիտարկված խնդրի վերը ներկայացված լուծումը արտահայտում է ստատիկայի և երկրաչափության բազմաբովանդակ կապերի դրսևորումներից միայն մեկը:

Ստատիկայի գաղափարների կիրառմամբ հնարավոր է ապացուցել բազմաթիվ կարևոր երկրաչափական թեորեմներ և լուծել երկրաչափական խնդիրներ: Օրինակ, օգտվելով գազով լցված ուղիղ, եռանկյունաձև հիմքով պրիզմայաձև անոթի հավասարակշռության պայմաններից կարելի է ապացուցել Պյութագորասի թեորեմը և կոսինուսների թեորեմը [8, 17-18]: Նմանօրինակ մոտեցմամբ հեշտությամբ կարելի է ապացուցել Մինկովսկու թեորեմը բազմանիստների համար, համաձայն որի, եթե $\vec{n}_1, \vec{n}_2, ..., \vec{n}_k$ - ն ուռուցիկ բազմանիստի նիստերի արտաքին միավոր նորմալներն են, իսկ $S_1, S_2, ..., S_k$ - ն՝ համապատասխանաբար այդ նիստերի մակերեսները, ապա $S_1\vec{n}_1 + S_2\vec{n}_2 + ... + S_k\vec{n}_k = 0$:

Չևայի հայտնի թեորեմը նույնպես կարելի է ապացուցել՝ օգտվելով ստատիկայի զինանոցից: Հետաքրքիր է, որ իտալացի ճարտարագետ Ջովաննի Չևան եռանկյունների վերաբերյալ իր դասական թեորեմը ապացուցել է զանգվածների կենտրոնի գաղափարի կիրառմամբ: Ինչ խոսք, որ Չևայի նշանավոր թեորեմը առավելապես «պատկանում է» երկրաչափությանն ու ապացուցվում է նաև մաքուր երկրաչափական մեթոդներով և լայնորեն կիրառվում է երկրաչափական տարբեր խնդիրների լուծման ժամանակ:

Բազմաթիվ են մեխանիկայի գաղափարների և թեորեմների կիրառությունները մաթեմատիկայում: Մեխանիկայի գաղափարները, ստանալով խիստ մաթեմատիկական ձևավորում և ձևակերպում, ոչ միայն արժեքավոր էվրիստիկ միջոցներ են, այլև հնարավորություն են տալիս երկրաչափության և հանրահաշվի խնդիրները լուծել պատշաճ ճշտությամբ և խստությամբ: Կարծում ենք, որ դասավանդման ընթացքում նման մոտեցումների կիրառումը նպաստում է ֆիզիկայի և մաթեմատիկայի նկատմամբ սովորողների հետաքրքրությունների խթանմանն ու գործնական կարողությունների զարգացմանը:

Աշխատանքը կատարվել է ՇՊՀ-ի կողմից տրամադրվող ֆինանսական աջակցության շնորհիվ՝ № ShSU 03-SCI-2017 գիտական թեմայի շրջանակներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Сторчилов П.А., Внутрипредметные связи как важный элемент методики преподавания физики в средней школе / Попов К.А., Сторчилов П.А. // Мат. междунар. науч.-практ. конф.: Современное образование: состояние и перспективы. – Ульяновск: УлГПУ, 2010. – с. 167-171.
2. Hannah J., Hillier M.J., Applied Mechanics, Third edition, 1995, Pearson UK, 464 p.
3. Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р., Курс теоретической механики. Том 1. Статика и кинематика, М.: Наука, 1979, 272 с.
4. Бутиков Е.И., Быков А.Л., Кондратьев А.С., Физика для поступающих в вузы, М.: Наука, 1982. - 608 с.
5. Цатурян А.М., Современные технологии организации обобщающего повторения школьного курса физики. Монография/ А.М. Цатурян. – Ванадзор. СИМ ТПАГРАТУН, 2013.- 106 с.
6. Մանուկյան Վ.Ֆ., Նիկողոսյան Գ.Ս., Որոշ գումարների հաշվումը զանգվածների կենտրոնի բանաձևի կիրառմամբ, «Մաթեմատիկան դպրոցում», Թիվ 3 (96), 2014, 35-42:
7. Балк М.Б., Болтянский В.Г., Геометрия масс. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987, 160 с.
8. Коган Б.Ю., Приложение механики к геометрии. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1965, 56 с.

Междисциплинарные и внутридисциплинарные связи при изучении статики

Манукян Вардан

Резюме

Ключевые слова: *физика, задача, школа, центр масс, энергия, алгебра, геометрия.*

В работе классифицированы и представлены важные междисциплинарные и внутридисциплинарные связи статики. В статье представлена целесообразность и значимость разработки задач, которые иллюстрируют как связь между физикой и математикой, так и тесную связь между физикой и другими естественными науками. В преподавании физики важное значение имеет также развитие внутрипредметных связей как средство повышения эффективности учебного процесса. В работе развивается точка зрения, заключенная в том, что актуальность поиска и выражения внутрипредметных связей обусловлена тем большим воздействием, которое оно имеет на знания, навыки и способности учащихся. В настоящей статье обсуждаются примеры типичных физических задач, иллюстрирующих междисциплинарные и внутрипредметные связи раздела «Статика» механики. Все задачи тщательно анализированы. Рассмотрены две физические задачи с целью выявления внутрипредметных связей. Первая задача решена с использованием принципа виртуальных перемещений, что является ярким примером использования энергетических методов в статике. Во второй задаче применен принцип минимума потенциальной энергии. Чтобы проиллюстрировать связь между статикой и алгеброй, представлен пример подсчета конечной алгебраической суммы с использованием формулы центра масс системы. С применением понятий статистики представлен также пример решения одной геометрической задачи.

Interdisciplinary and Intradisciplinary Connections in the Study of Statics

Manukyan Vardan
Serobyan Yervand

Summary

Key words: *Physics, problem, school, center of mass, energy, Algebra, Geometry*

This article classified and presented important interdisciplinary and intradisciplinary communication statics. The article presents the feasibility and significance of developing tasks that illustrate both the connection between physics and mathematics, and the close relationship between Physics and other Natural Sciences. In teaching Physics, the development of intra-subject relations is also important, as a means of improving the efficiency of the educational process. In the work develops the point of view, concluded that the relevance of the search and expression of intra-subject relations is due to the large impact that it has on learning, skills and abilities of students. This article discusses examples of typical physical problems that illustrate the interdisciplinary and intradisciplinary connections of the "Statics" section of Mechanics. All tasks are carefully analyzed. Two physical tasks are considered with the purpose of revealing intra-subject connections. The first problem is solved using the principle of virtual displacements, which is a vivid example of the use of energy methods in Statics. In the second problem, the principle of minimum potential energy is applied. To illustrate the relationship between Statics and Algebra, an example of counting a finite algebraic sum, using the system center-of-mass formula, is presented. Using the concepts of statistics, an example of solving one geometric problem is also presented.