

НОВИ ПРИЈЕДЛОГ МЕТОДИКЕ ИЗВОЂЕЊА НАСТАВЕ ФИЗИКЕ У СРЕДЊОЈ ШКОЛИ

Љубинко Митранић
Природно-математички факултет Универзитета у Бањој Луци
Младена Стојановића 2, 78000 Бања Лука

ABSTRACT

MITRANIĆ, LJ.: A NEW PROPOSAL FOR TEACHING-METHODS IN PHYSICS. *Skup, 1: Savremena univerzitetska nastava, Zbornik radova naučno-stručnog skupa, Trebinje, novembar 2003. 201-209, Banja Luka, 2004. [Faculty of Natural Sciences and Mathematics of Banjaluka University, 78000 Banjaluka, 2 Mladena Stojanovića Street]*

In the work of teachers of Physics, a catechistic dialogue between teachers and students is proposed as an innovation in teaching new material. The dialogue would follow questions formulated in advance as well as the corresponding answers, and during the lesson the student would learn both questions and correct answers at the same time. A partial application of the "catechistic" method in teaching/learning Physics would improve teaching-methods for Physics, which would result in a necessary reduction of the burden imposed upon the student and achieve a rational differentiation in education in the framework of secondary school education.

Those dealing with the problems of teaching Physics and of education in general, know well that in many countries world-wide, Physics as a science and school subject is becoming less and less interesting, even repulsive, when compared with the interest of the last two or three decades.

It cannot be denied that Physics is a difficult, "hard" science, the same as Mathematics, hard to understand for most students. Some analyses show that the basic reason for that is over-extensiveness of programmes in Physics. Excessive requirements imposed upon students by relatively bad/low-quality textbooks, the uniform and uninspiring methods used by many teachers make learning more difficult and often provoke resentment in students, their parents and others. Bearing in mind the counterproductivity of over-ambitious programming, as well as the fact that the knowledge of students is rather limited and more formal than meaningful, and that the professional and teaching-method competence of a great number of teaching staff is inadequate, we have tried to find the ways to improve the teaching-method for Physics.

САЖЕТАК

Онима који се баве проблемима наставе физике и образовања уопште, добро је познато да у многим земљама свијета физика, као наука и као наставни школски предмет у односу на двије-три протекле деценије, постаје све мање интересантна, па чак и одбојна.

Генератора у настави физике, који су довели до овога стања има много. Да би њихов број свели на разумну мјеру, предлажемо да начин комуницирања у настави при обради новог градива буде "катехетички" разговор. Овом методом би се побољшала методика рада у извођењу наставе, чиме би се извршило и неопходно растерећење ученика и постигла рационална диференцијација образовања у оквиру средњошколске наставе физике.

Неоспорно је да је физика тешка, "тврда" наука као и математика, и за већину ученика доста неразумљива. Неке анализе показују да је основни разлог таквог стања преопширност школских програма. превелики захтјеви, који се пред ученике постављају, релативно лоши уџбеници, једнообразне и неинспиративне методе рада многих наставника отежавају учење и често доводе до негодовања ученика, њихових родитеља и других.

Имајући у виду контрапродуктивност преамбициозних програма као и чињеницу да су знања ученика мала и више формална него осмишљена и да је недовољна стручна и методичка оспособњеност доброг дијела наставног кадра, настојали смо да сагледамо начин на који би се методика рада у извођењу наставе физике могла побољшати. Полазећи од чињенице да без ограничења у програмима и захтјевима према ученицима нема темељитости у настави и да журба

наставника физике рађа површност, неразумијевање и одбојност према учењу, предлагемо промјене у раду наставника физике.

1. 1. МЕТОДИЧКА РЈЕШЕЊА – ИНСТРУКЦИЈЕ ЗА НАСТАВНИКЕ

У вези са наставом физике неоспорна је чињеница да су тренутно важећи програми физике преопширни при постојећем фонду часова. **"Они су њреамбициозни и у њожегу захџјева у односу на узрасџне можеућности ученика, њрожерам као џакав, умјесто да даје њозиџивне ефекџе био је конџтраџпродукџиван".**

Аутори уџбеника, као и аутори програма, нису имали у виду претходна искуства, наша и других народа. Они не знају дидактичку девизу:

"Без ожераничења обима и дубине њрожерама не може се њосџићи џемеџџосџи насџаве".

Опширност програма нужно намеће наставницима журбу, површност, а онда је слаба продуктивност њиховог рада односно нема потребног нивоа ученичких знања, умења нити развијања потребних способности личности.

Да би се постојеће стање у настави физике донекле поправило, прије свега у смислу односа ученика према предмету, и колико-толико поправили ефекти наставног процеса, дошли смо на идеју да би стратегија старог дидактичког система- "катехетичка настава" помогла ученику код учења физике.

Према овој наставној методи изучавање новог градива физике би започињало писањем наставне јединице на табли и питањима за која треба наћи ваљан и цјеловит одговор, умјесто да препричава уџбеник што се у школској пракси најчешће и чини. У ту сврху служе малобројна обавезна основна **А-џиџања** и на њих би сви ученици у разреду обавезно требало да знају одговоре.

Истовременим учењем питања и тражених одговора из тематске цјелине које наставник формулише скупа са ученицима, наставник ће истаћи циљ и нагласити оно што је битно у изучаваном градиву, чиме се избјегава непотребно лутање ученика за битним.

Број таквих питања је ограничен, умјешно формулисан, тако да брзо, уз прецизан и разумљив одговор оможеућава ученицима стицање знања и развијање сва четири вида људске способности (перцептивне, мануелне, менталне и комуникативне). Та знања би се тражила од свих ученика у разреду, чиме се даје могућност ученицима да своје познавање физике сведу на један обавезни минимум неопходан за даље средњошколско образовање и потребе које изискује свакодневни живот у савременим условима.

Друга група питања (**Б-џиџања**) су питања која могу наставнику поставити напреднији ученици, они које физика више интересује и с правом могу од наставника тражити потребно објашњење или информацију о ономе што су учили. Сваки наставник треба да та питања има у виду и да зна одговор на њих.

Наставник који познаје таква питања и одговоре на њих, обезбиједиће себи ауторитет способног наставника, који ће оможеућити проширивање и продубљивање знања код оних ученика који то желе.

Увожењем двије групе питања у наставни процес за ученике представља начин остваривања савремене тенденције-диференџијације захџјева у настави, а тиме и познавање физике у складу са сопственим жељама и склоностима ученика. Надамо се да ће таква настава бити успјешна, ученици више вољети физику и више научити.

На примјеру обраде Њутнових закона у класичној механици, показаћемо како би то изгледало у наставној пракси ради чега смо у писменој форми дали моделе учења за три Њутнова закона. Ови модели представљају инструкције за наставнике, и уједно показују како би се идеја "катехизације" примјењивала и на друге дијелове градива физике.

1. 2. ИНЕРЦИЈА – ПРИНЦИП ИНЕРЦИЈЕ ПРВИ ЊУТНОВ ЗАКОН – ЗАКОН ИНЕРЦИЈЕ

А-питања

- Шта је *инерција* а шта *инертност* ?
- О чему говори *принцип инерције* и како је откривен ?
- Како се формулише *први Њутнов закон* ?
- На којим примјерима из живота може да се илуструје инерција и инертност?

Б-питања

- Шта је "*принцип*", а шта "*закон*" у физици?
- Ако се на праволинијском хоризонталном путу искључи рад мотора аутомобила, аутомобил ће наставити да се креће, и после извесног времена ће се зауставити. Да ли је исправно рећи: "*До заустављања, аутомобил се крећао по инерцији*"?

Одговори на питања

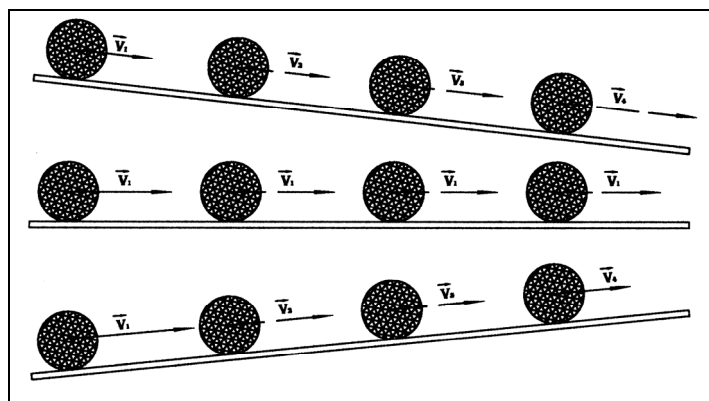
За А-питања

У старијим ученичким уџбеницима физике инертност је називана инерцијом. Данас се ова два физичка појма потпуно разликују и о томе треба водити рачуна. ***Инертност је специфично својство свих тијела у природи. Инерција је појава која настаје као пошва својства тијела да задрже стање мировања или кретања у коме се налазе.***

Својство тијела да се "опиру" промјени свог механичког стања и "теже" да мирују ако мирују или да се и даље крећу ако се крећу, посједују сва тијела. Та чињеница назива се ***принципом инерције***. Овај физички принцип открио је и у науку увео Галилео Галилеј као и физичке појмове инерција и инертност.

Галилеј је изучавао кретања тијела. Први, од научника је установио математичку релацију за пређени пут код слободног пада (Закон пута).

Галилеј је, посматрајући кретање куглице низ и уз стрму раван, лако запазио да се куглица низ раван креће убрзано, а уз раван успорено (Сл.1).



Сл.1

Питање које је себи Галилеј поставио, било је :

"Ако се на нагнутој путу тијело креће убрзано, а на уздигнутој-успорено, како ће се куглица кретаати на хоризонталној равни?" Он је размишљао и закључио: Ако је хоризонталност нешто што је прелаз између спуштајуће и уздижуће равни, онда је прелаз између убрзаног и успореног кретања равномјерно кретање. Према томе, на хоризонталном путу тијело би морало да се креће константном брзином. Експерименти које је Галилеј вршио као и наше свакодневно искуство показали су да се тијело на хоризонталном путу ипак све спорије креће и најзад зауставља. Галилеј закључује и утврђује да је то због трења између куглице и подлоге. Због тога је Галилеј посматрао кретање куглице на подлогама различите углачаности. Што је подлога била углачанија, пређени пут до заустављања куглице био је дужи. Интуитивно Галилеј изводи закључак да ће се у одсуству силе трења тијело кретати бесконачно дуго праволинијски константном брзином.

- На основу Галилејевих експеримената и закључака Њутн је формулисао *први закон механике* (први Њутнов закон) у облику:

"Свако тијело задржава стање мировања или равномјерно праволинијско кретања све док га дејство од стране других тијела не принуди да то стање промијени или тијело преушћено самом себи не мијења своју брзину".

Оригинална Њутнова формулација закона коју је дао 1686. год. у дјелу: *"Philosophiae naturalis principia mathematica"*:

"Corpus omne perseverare in statuto suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus illud a viribus impressis cogitur, statum suum mutare".

Први Њутнов закон може да се формулише и алгоритмом, као и сваки физички закон. Тада он гласи: $\vec{F} = 0, \vec{a} = 0, \vec{v} = const.$

- Кад аутобус из стања мировања нагло крене напријед, тијела путника покрену се уназад. Кад возач изненада почне да кочи, путници се нагињу напријед.

Овакви покрети људи, настали без дјеловања неког другог тијела, представљају појаву коју називамо инерцијом. Због својства инертности путници тако реагују потпуно несвјесно. При случајном судару одраслог човјека и дјетета, дијете ће се много више одбити од човјека него човјек од дјетета. Разлог је у томе што човјек има много већу инертност него дијете (маса мјера за инерцију).

За **Б**-питања

Принцип је неко опште начело, став, правило понашања. У физици принцип је нека општа карактеристика тијела у природи или неких физичких процеса. То су опште истине, које постају необориве и најчешће се не могу експериментално доказати.

Закон је такође истина, али се од принципа разликује по томе што он увијек даје везу међу одређеним физичким величинама. Физички закони имају поред текстуалног исказа и одговарајућу математичку форму-алгоритам.

- Уобичајено је да се за кретање возила на хоризонталном путу након искључења рада мотора каже да се возило *креће по инерцији*.

Међутим, таква тврдња је погрешна јер се последице одређеног времена возило само зауставило. Према првом Њутновом закону, тијело се у одсуству спољашњих дјеловања креће праволинијски и равномјерно. Након гашења мотора, на возило дјелује подлога (сила трења). Са упаљеним мотором, при равномјерном кретању (константном брзином) на

праволинијском путу, вучна сила мотора савлађивала је силу трења, па је укупна сила била једнака нули. За то кретање може да се каже да се аутомобил креће по инерцији.

2. 1. ДРУГИ И ТРЕЋИ ЊУТНОВ ЗАКОН МЕХАНИКЕ

А-питања

- О чему говори *други* Њутнов закон? Како се ријечима исказује овај закон а како у математичкој форми?
- До израза који представља други Њутнов закон механике (основни закон динамике) може се доћи експерименталним путем, а може и теоријски, полазећи од најопштије Њутнове формулације основног закона динамике. Како се то чини?
- Сила је векторска величина, убрзање такође. Како, с обзиром на ту чињеницу и могућност да на тијело истовремено дјелује више сила, треба писати израз за други Њутнов закон?
- На који облик мора да се сведе други Њутнов закон при рјешавању рачунских задатака?
- О чему говори и како се формулише трећи Њутнов закон?

Б-питања

- Ако се у изразу за други Њутнов закон стави $\vec{F} = 0$, слиједи да је $\vec{a} = 0$, а ако је тако онда значи да је $\vec{v} = const$. Овакав закључак није ништа друго но суштина првог Њутновог закона. Значи ли то да се први Њутнов закон не треба сматрати основним законом физике?
- Строго узето, други Њутнов закон у облику $ma = F$ важи само за материјалну тачку, а не и за тијела уопште. Зашто?
- Како би се ученику показало колика је сила од једног Њутна?
- Да ли је трећи Њутнов закон уопште вачећи закон?

Одговори на питања

За А-питања

- *Други* Њутнов закон говори о вези између силе и убрзања. У уџбеницима стоји да он гласи:

Производ масе и убрзања једнак је приложеној сили. Математичка форма даје се у облику

$$ma = F \quad (1)$$

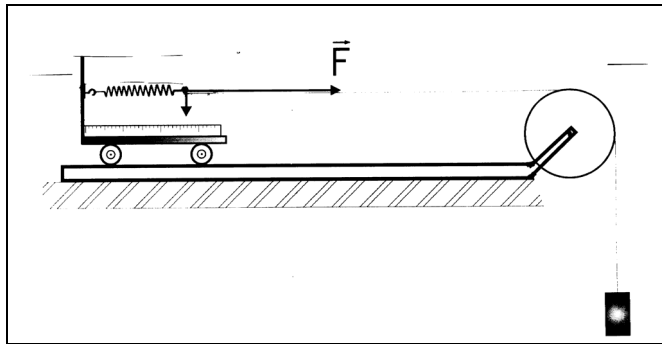
Наведена формулација не показује физичку суштину овог закона. Зато је можда прихватљивије овај закон писати у облику

$$a = \frac{F}{m} \quad (2)$$

и рећи да гласи:

"Убрзање тијела је уједнако сразмјерно дејствујућој сили и обрнуто пропорционално маси тијела".

- Веза између силе и убрзања, односно до другог Њутновог закона може се доћи експериментом, за чије извођење служи апаратура приказана датом сликом (Сл. 2)



Сл.2

Према првом Њутновом закону тијело мијења своје механичко стање. Под утицајем силе, сем убрзања, може да настане и деформација тијела. Ако је деформација таква да се по престанку силе деформисано тијело врати у првобитну форму односно првобитне димензије, деформација се назива *еластичном*. Еластична деформација опруге користи се за мјерење силе. Издужење опруге сразмјерно је дејствујућој сили.

Један крај еластичне опруге учвршћен је за стубић на задњем крају покретних колица. За други крај опруге привезана је неистегљива нит и пребачена преко котура. Тег, привезан за нит, дјелује на опругу и истезе је. Промјена дужине опруге, која се мјери лењиром сразмјерна је сили. Употребом тегова утврђује се да је убрзање колица \vec{a} сразмјерно сили затезања нити \vec{F} , односно,

$$a \sim F \quad (3)$$

Ако се колица додавањем тегова оптерете, тј. повећа се маса тијела на које дјелује иста сила, запажа се да је убрзање мање него у случају неоптерећених колица. Закључује се да је сада убрзање обрнуто пропорционално маси тијела m , односно,

$$a \sim \frac{1}{m} \quad (4)$$

У математици је познато да, ако је нека величина сразмјерна са двије друге величине, онда је она сразмјерна и са њиховим производом

$$a \sim \frac{1}{m} F, \text{ односно } a = k \frac{F}{m}, \quad (5)$$

Јединице за m и F одабране су тако да је $k = 1$, па отуд други Њутнов закон има математичку форму

$$ma = F, \text{ односно } a = \frac{F}{m} \quad (6)$$

"Убрзање, које добије тијело, директно је пропорционално приложеној сили и обрнуто пропорционално маси тијела"

До истог израза за други Њутнов зако долази се и теоријски, полазећи од првобитне и најопштије формулације за импулс:

"Промјена импулса тијела за секунду у дајом моменћу времена једнака је приложеној сили"

$$\frac{\Delta p}{\Delta t} = F \quad (7)$$

Како је импулс $p = mv$, то је $\Delta p = m(v_2 - v_1)$, па је $ma = F$, јер промјена брзине у јединици времена је убрзање a .

- У свим наведеним формулацијама под силом се подразумијевао само интензитет те силе. О њеном правцу и смјеру није се водило рачуна. Пошто је \vec{F} векторска величина, други Њутнов зако треба писати у облику

$$m\vec{a} = \vec{F} \quad \text{односно} \quad \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F} \quad (8)$$

Када се има у виду да на тијело истовремено може дјеловати више сила, што је најчешћи случај, онда се други Њутнов закон пише у виду

$$m\vec{a} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i \quad (9)$$

гдје се симболом \sum означава сума, збир свих дејствујућих сила. Сабирање тих сила се врши по правилу сабирања вектора.

- Кретање тијела може бити у простору произвољног правца. За описивање таквог кретања речено је да мора постојати одговарајући референтни систем, кога чине референтно тијело и координатни Декартов систем са узајамно управним координатним осама X, Y, Z .

С обзиром да је сила векторска величина, то се она може разложити на компоненте дуж координатних оса. Зато се с правом од најопштијег математичког израза за силу

$$m\vec{a} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i \quad (10)$$

могу добити три нова израза, која повезују убрзање дуж дате координатне осе и свих сила истог правца, правца дуж дате координатне осе:

$$m\vec{a}_x = \sum \vec{F}_x, \quad m\vec{a}_y = \sum \vec{F}_y, \quad m\vec{a}_z = \sum \vec{F}_z \quad (11)$$

Како су силе дуж исте осе колинеарне, умјесто векторских једначина другог Њутновог закона по компонентама могу се писати одговарајуће скаларне једначине, помоћу којих је много једноставније вршити одговарајућа израчунавања при рјешавању задатака из физике.

$$ma_x = F_x, \quad ma_y = F_y, \quad ma_z = F_z \quad (12)$$

- Класична механика није имала за циљ да објасни какве силе постоје у природи, него је само описивала кретања тијела под дејством неких сила.

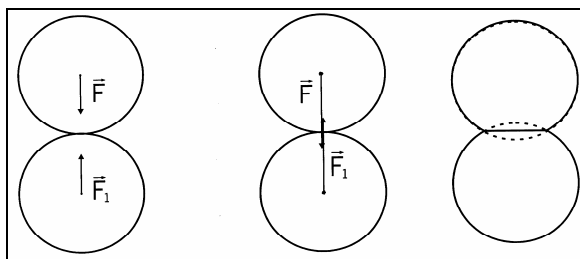
Утврђено је да дејство тијела једног на друго никада није једносмјерно. Кад год једно тијело дјелује на друго истовремено и друго дјелује на прво.

Физички појам "сила" као и ријечи у свакидашњем животу "разговор" и "љубав" безусловно подразумијева постојање два тијела. Ово својство силе исказује трећи Њутнов закон за који у уџбеницима постоји неколико варијанти формулације, које све имају исту суштину. Трећи Њутнов закон назива се и "закон акције и реакције" чије су формулације:

"Дејствију увијек одговара суијројствљивујуће ијрошвијејство, дружим ријечима, дејствија два иијела једноџ на друго међусобно су једнака и усмјерена у суијрошним ијравцима" (Њутнове ријечи)

"Тијела дјелују једно на друго са силама, усмјереним дуж једне истје ијраве, једнаком ијо модулу и суијрошним ијо смјеру"

"Сакој сили \vec{F} одговара сила ијрошвијејства \vec{F}^ (сила реакције), једнака ијо величини али суијрошно усмјерена" $\vec{F} = -\vec{F}^*$ (Силе не дјелују на истјо иијело).* Примјер: Кад се на гумену лопту стави друга исто толика лопта, од истовјетног материјала, деформисаће се мало и једна и друга лопта. Деформација доње лопте настала је дјеловањем горње, а деформација горње дјеловањем доње лопте. (Сл.3)



Сл.3

За Б-питања

- Из другог Њутновог закона се заиста добија математичка форма првог Њутновог закона. Међутим, то никако не може да закон инерције искључи из групе основних закона механике.

Први Њутнов закон има велики значај с обзиром да говори о инертности као фундаменталном својству свих реалних тијела у природи. Други Њутнов закон даје само везу између силе, убрзања и масе тијела, што има само велики практични значај код рјешавања проблема кретања.

- У неким уџбеницима је речено да *други* Њутнов закон, строго узето, важи само за материјалну тачку под којом се подразумијева тијело веома малих димензија односно дјелића тијела.

Цијело тијело може да ротира при транслаторном кретању (за који формулисани закон важи). У том случају разне тачке тијела имају различита убрзања.

- У скоро свим уџбеницима физике аутори дају строгу дефиницију јединице за силу:

"Њуџин је сила која маси од једноџ килоџрама саошшшава убрзање од једноџ метјра у секунди за секунду"

За готово све ученике ова научна дефиниција је прије свега једна фраза, јер из дефиниције се не добија представа о величини те силе, да ли је она велика или је мала у поређењу са нечим из свакодневног живота. Зато треба ученицима рећи да тежина коју у руци осјећамо када нам се на длану налази осредња јабука представља силу од 1 N , тачније, тежина коју осјећамо када на длану имамо тег масе 102 g представља силу од једног њутна:

$$(Q = mg, 1\text{ N} = m \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, m = \frac{1\text{ N}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 102\text{ g})$$

При великим брзинама тијела или при врло кратком дјеловању силе, трећи Њутнов закон не мора бити испуњен. Зато се каже да овај закон има ограничено важење.

ЛИТЕРАТУРА

1. Љ. Митранић: "Допринос методици изучавања физичких појмова", Бања Лука, 1999. год.