



Универзитет у Новом Саду
Природно-математички факултет
Департман за Физику



ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ОДРЕЂИВАЊЕ РАДА И СНАГЕ ПРИРУЧНИМ СРЕДСТВИМА

- Мастер рад -

ментор
др Соња Скубан

студент
Тијана Јоцић
бр.индекса 258м/13

Нови Сад, 11. септембар 2014.

САДРЖАЈ

1) Увод	3
2) Лингвистичко значење рада и снаге	4
3) Историјски развој појмова рада и снаге	4
4) Механички рад и снага	7
4.1 Механички рад	7
4.2 Снага	9
4.3 Енергија	11
4.4 Конзервативне силе	12
5) Ергометрија	14
6) Мерења у физици	15
7) Обрада резултата мерења	17
8) Експеримент и теорија у настави физике	19
9) Експеримент у настави физике	22
10) Координација физике и осталих наставних предмета	24
11) Рад и снага у наставним плановима и програмима	25
12) Одређивање рада и снаге приручним средствима	27
13) Изглед припреме за израду вежбе	29
14) Нивои примене вежбе	30
15) Одређивање параметара организма испитаника приручним средствима	34
16) Закључак	37
17) Литература	38

1. УВОД

Рад и снага су физичке величине које су изузетно интересантне за изучавање због тога што оба појма користимо у свакодневном говору , а да ти појмови најчешће нису повезани са самим дефиницијама ових физичких величина. Управо то је проблем за усвајање правилних дефиниција рада и снаге које се користе у физици. У овом раду је описана експериментална вежба која може да помогне за једноставније усвајање ових појмова. Осим тога описана вежба даје могућност корелације физике и са неким другим наставним предметима и за јасно сагледавање значаја физике као науке и као наставног предмета у Образовном систему, и у другим аспектима људске делатности и живота.

2. ЛИНГВИСТИЧКО ЗНАЧЕЊЕ РЕЧИ РАД И СНАГА

У српском језику, а и у језицима који се чешће користе (енглески, немачки), реч рад означава посао, делатност или делање, док снага означава још и моћ, и силину деловања, што приликом увођења ових појмова у наставу физике може да представља проблем приликом формирања физичког појма рада и снаге. Напр. у говорном језику и спавање, певање, седење такође представљају неке облике рада који се не уклапају у физичку дефиницију рада, те због тога треба инсистирати на јасном усвајање дефиниције појма рада у физици.

Језички појмови рада и снаге у другим језицима могу користити као логичке закачке ученицима да запамте ознаке за рад и снагу у физици.

На енглеском језику power означава снагу, а прво слово ове речи се користи као ознака физичке величине снага (P). На немачком језику радити се каже arbeit, где је прво слово ове речи ознака за физичку величину рад (A). Ови појмови могу ученицима олакшати памћење ознака ових физичких величина.

3. ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ ПОЈМОВА РАД И СНАГА

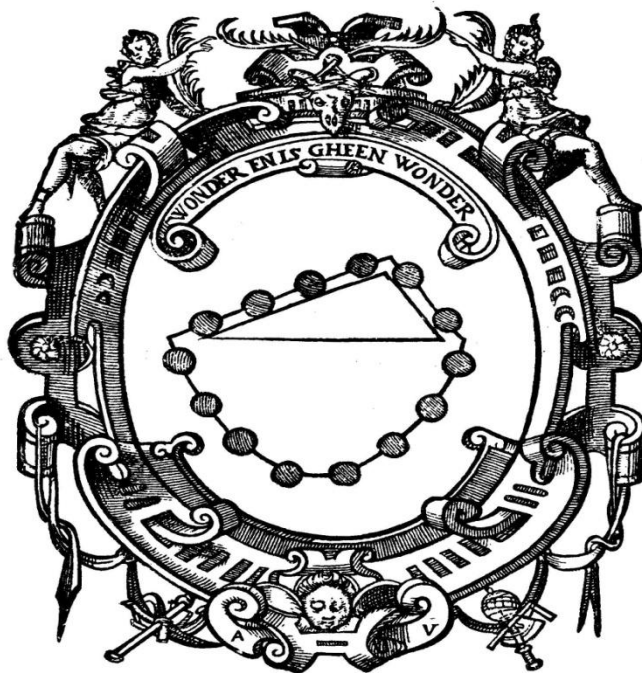
Моћни антички владари су примитивним техничким средствима извели грандиозне подухвате, али развојем друштва и привреде њихова достигнућа више нису била задовољавајућа.

Скученост средстава занатских радионица онемогућава занатлијама да постижу замашнији технички напредак. Због тога је природно да се први велики машински уређаји уведу у оним производним гранама које су биле у рукама велепоседника, што значи у архитектури и рударству.

Агрикола [1] је у XVI веку издао опсежан уџбеник о металургији, и у њему описује разне погонске машине, као и машине на

животињски, људски, или водени погон, дизалице, пумпе, металуршке пећи. Мноштво механизма који су се већ употребљавали и нацрти нових машина најбоље сведоче о живом техничком интересу оног доба.

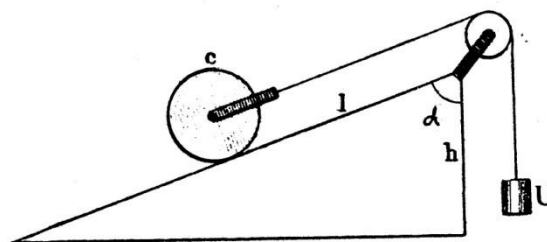
Холандски физичар Симон Стевин [1] градио је 1600. год. чудновате једрењаке који нису пловили морима него су имали точкове и великом брзином су јурили холндским равницама.



слика 3.1

„Чудо је и није чудо“, насловна слика Стевиновог дела „Statics and hidrostatics“, из 1596.год [1]. Симон Стевин је ставио огрлицу око призме. Очигледно је да ће огрлица мировати, значи она је у равнотежи. Ако одсечемо огрлицу на крајевима призме, равнотежа

због симетрије лево - десно се неће пореметити. Одакле закључује Стевин да су терети на косинама у равнотежи, ако су пропорционални дужинама косине. Једна од тих косина може стајати и вертикално, а тиме се добија важна теорема о паралелограму сила.



слика 3.2

Означимо ли тег са U , а терет са T , висину косине са h , а дужину са l можемо да напишемо Стевинов однос

$$U : T = h : l$$

Можемо однос страница изразити преко косинуса као:

$$U = T \cdot \frac{h}{l} = T \cdot \cos \alpha$$

Сила која делује на косину једнака је пројекцији тежине на косину. Ово Стевиново откриће је омогућило опште формулисање статике сила као вектора.

Крај 16. – ог и 17. – ог века врви од нових механичких сазнања. Покретна сила целокупног напретка је експеримент – мерење изражено јасним представама и математичким односима. Експериментални апарати су били грађени налик на машине, али се при том изгубила из вида њихова производна сврха. Једино што је занимало физичаре била је динамика саставних делова уређаја.

4. МЕХАНИЧКИ РАД И СНАГА

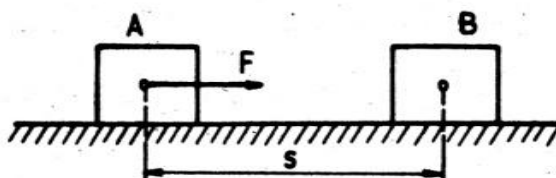
4.1 Механички рад

У свакодневном животу под називом рад подразумевамо сваки облик активности који захтева мишићни напор и употребу машина. У физици је појам рада строго дефинисан и односи се на савладавање силе на датом путу. Дакле, наш задатак ће бити да пронађемо израз који ће на адекватан начин повезати силу и кретање.

У механици се помоћу рада описује дејство силе повезано са померањем тела у простору. Из искуства је познато да ако на неко тело делује сила константног интензитета у правцу и смеру кретања (сл. 4.1) рад ове сила на путу од тачке А до тачке В износи

$$A = F \cdot s \quad (4.1)$$

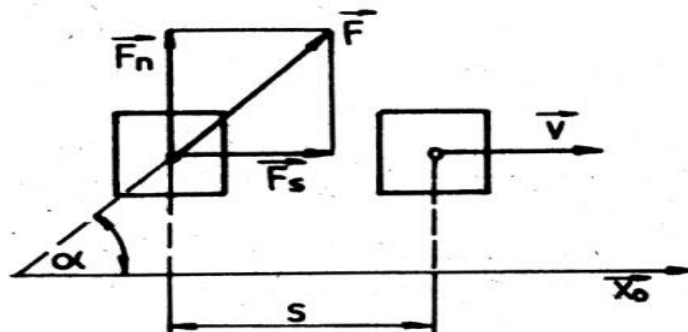
тј. рад је при наведеном премештању тела једнак производу силе и пређеног пута.



слика 4.1

Ако по интензитету стална сила F (сл. 4.1), која делује на тело заклапа увек исти угао α са путем s може се разложити на две компоненте F_n и F_p . Док компонента $F_n = F \sin \alpha$, не врши рад, јер се

тело некреће у њеном правцу, дотле компонента у правцу пута $F_p = F \cos \alpha$ врши рад. Тако је према (4.1)



слика 4.2

$$A = F \cdot s \cos \alpha \quad (4.2)$$

Образац (4.2) показује неке случајеве при вршењу рада. Када је $\alpha = \frac{1}{2}\pi$, тј. када је сила нормална на пут рад је једнак нули. Када је $\alpha = 0$ или $\alpha = \pi$, тј. када је сила паралелна са путем , сила врши рад целим својим интензитетом. Једначина (4. 2) се може написати и као скаларни производ две векторске величине

$$A = \mathbf{F} \cdot \mathbf{s} \quad (4.3)$$

Тај рад је скаларни производ силе $\mathbf{F}$ и померања $\mathbf{s}$. Постоји, међутим, низ ситуација код којих сила која делује на тело није

константна, него се мења дуж померања. Тада ћемо израз (4.2) наћи у инфинитезимално кратком времену dt , за које време се сила неће променити. У кратком временском интервалу тело ће прећи инфинитезимални део пута ds , па ће и сила извршити инфинитезимални део рада

$$dA = F \cdot ds \cdot \cos\alpha \quad (4.4)$$

За коначан рад у коначном времену t при чему се тело помери од s_1 до s_2 рад ће бити

$$A = \int dA = \int_{s_1}^{s_2} F \cos\alpha \, ds \quad (4.5)$$

Ако се и интензитет и смер силе мења током помераја s , тада је потребно познавати и смер силе (тј. $\cos\alpha$) као функцију помераја s , па у том случају интеграција може бити и компликованија.

Јединица за рад је џул (J). Рад од 1J изврши сила од 1 N на путу од 1m, ако је сила у правцу пута. (1J = 1N·1m).

Рад је тесно повезан са појмом енергије и видећемо касније да је рад мера за промену енергије тела.

4.2 Снага

При дефиницији рада нисмо узимали у обзир време за које су деловале силе. При подизању терета на висину h изврши се рад $m \cdot g \cdot h$, без обзира да ли смо предмет споро или нагло подигли. Међутим, у многим случајевима потребно је знати брзину којом се врши рад, одн. време за које се врши рад. Да би се окарактерисала брзина вршења рада, уведена је физичка величина која се назива снага.

Ако у времену t извршимо рад A , тада средњу снагу дефинишемо као

$$P = \frac{A}{t} \quad (4.6)$$

Ако се извршени рад мења од једног временског интервала до другог, дефинисаћемо тренутну или праву снагу тако да анализирамо рад извршен у све краћем временском интервалу dt

$$P = \frac{dA}{dt} \quad (4.7)$$

На основу једначина (4.6) и (4.1) може се дефинисати снага константне силе F на путу s као

$$P = \frac{A}{t} = F \cdot \frac{s}{t} = F \cdot v \quad (4.8)$$

где је v средња брзина.

Ако се посматра сила, у веома кратком временском интервалу dt , за који сила F делује на кратком путу ds . У том случају се израз (4.8) своди на

$$P = F \cdot \frac{ds}{dt} = F \cdot v \quad (4.9)$$

где је v средња брзина.

Снага се даље може добити као производ силе и тренутне брзине кретања тела. Уколико сила не делује у смеру кретања (брзине), аналогно изразу (4.3) за рад , добија се израз за снагу

$$P = F \cdot \frac{s}{t} \cos \alpha = F \cdot v \cos \alpha$$

односно

$$P = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v} \quad (4.10)$$

Јединица за снагу је ват (W). Један ват одговара брзини вршења рада од 1J у 1s. ($1W = 1J \cdot 1s$).

4.3 Енергија

Појам енергије је прилично тешко дефинисати. Али нам је он близак из свакодневног живота. Познато нам је да сем рада који врше људи и животиње постоје и друге врсте рада. Напр., вода која тече може да okreће воденички точак, камен приликом пада са извесне висине може да изврши рад, итд... Физичка величина која карактерише способност тела или система тела да изврше рад назива се енергија. При вршењу рада тело губи енергију и преноси је на систем који врши рад. Рад се значи може дефинисати као процес којим се врши преношење енергије међу телима.

Став (теорема) о раду и енергији. Из искуства је познато да је енергија, коју изгуби (утроши) тело вршећи рад , једнака том раду и обрнуто , рад извршен неким телом једнак је повећању његове енергије

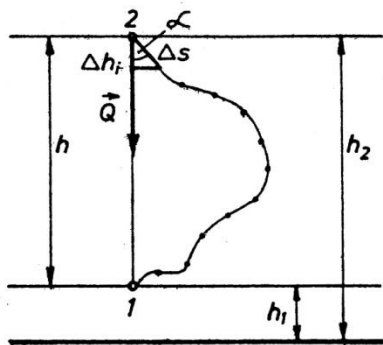
$$\Delta E = E_i - E_f = A \quad (4.11)$$

На овај начин је успостављена веза између промене енергије и рада, чиме је омогућено налажење енергије преко извршеног рада. Ова веза даље показује да се енергија и рад изражавају истим јединицама, иако је по својој природи друга физичка величина. Енергија је величина која карактерише стање тела, док је рад величина која карактерише промену тог стања. Тело поседује енергију, а рад представља процес преношења енергије са једног тела на друго, или процес претварања једног облика енергије и други.

Енергија, као и маса, представља једну од основних карактеристика материје. У класичној механици ове две величине су међусобно независне. Тек је у релативистичкој механици показано да је енергија пропорционална маси тела, чиме је успостављена њихова међусобна веза.

4.4 Конзервативне силе

У природи постоје силе чији рад не зависи од облика путање већ од почетног и крајњег положаја тела у простору. Такве силе се називају конзервативне силе.



Слика 4.3

Пример такве силе је сила Земљине теже . Посматрајмо зато тело масе m које у пољу силе Земљине теже премештамо из тачке 2 у тачку 1 . У првом случају по вертикали, а у другом случају по произвољној кривој путањи (слика 4.3). Рад силе Земљине теже приликом премештања тела по вертикали је

$$A = Q (h_2 - h_1) = mgh_2 - mgh_1 \quad (4. 12)$$

Израчунајмо сада рад по произвољној криволинијској путањи.

Дату криволинијску путању поделићемо на довољно велик број елементарних помераја, таквих да је њихов интензитет једнак елементарним пређеним путевима Δs . Елементарни рад који се при томе врши износи

$$\Delta A = Q \Delta s \cos \alpha$$

Са слике (4. 3) види се да је $\cos \alpha_i = \Delta h_i / \Delta s_i$, одн. $\Delta h_i = \Delta s_i \cos \alpha_i$. С обзиром да је Δs веома мало, заменом у последњу једначину добија се

$$\Delta A_i = Q \Delta h_i = mg \Delta h_i$$

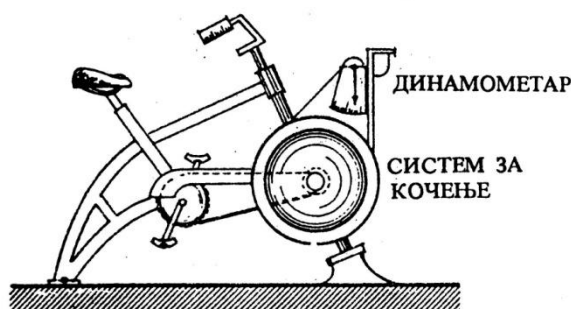
Како нас интересује рад извршен при померању тела са висине h_2 на висину h_1 , сабирамо све елементарне радове дуж пута s да бисмо добили укупан рад

$$A = \sum_{i=1}^n \Delta A_i = \sum_{i=1}^n mg \Delta h_i = mg \sum_{i=1}^n \Delta h_i = mg (h_2 - h_1)$$

Рад извршен дуж произвољне криволинијске путање исти је као у случају праволинијске путање (4.11) и износи mgh . То значи да рад зависи само од почетног (h_2) и крајњег (h_1) положаја, а не зависи од облика путање дуж које се помера тело. Силе чији извршен рад има ову особину називају се конзервативне силе.

5. ЕРГОМЕТРИЈА

Испитивање радних способности мишића, мерење механичког рада мишића извршеног у различитим условима, као и утицај тог рада на организам човека спада у ергометрију, а одговарајући уређаји којима се тај рад мери називају се ергометри. Оптимални услови рада при различитим радним процесима одређују се регистравањем појаве замора помоћу ових испитивања.



слика 5.1

Функционисање ергометра може се објаснити на примеру ергометра за тренинг при вожњи бицикла (слика 5.1). Покретањем педала кретање се преко ланца преноси на точак снабдевен системом за кочење, којим се може мењати вредност силе кочења, и динамометром којим се она може мерити. Знајући при томе број обртаја које начини точак покретан од стране испитаника и време тренинга, могуће је одредити извршен рад и снагу која се при томе развила. Са овим мерењем истовремено се врше и друга физиолошка мерења, као напр. снимање EKG.

6. МЕРЕЊА У ФИЗИЦИ

У основи свих природних наука, па и физике леже мерења. Мерење је скуп поступака којима се одређује вредност величине. Вредност величине је квантитативан износ величине, углавном изражен у облику производа бројне вредности и мерне јединице. Бројна вредност показује колкико је пута мерена величина већа или мања од изабране јединице.

Физичка величина се представља у облику производа бројне вредности и јединице мере.

Није важно само измерити неку физичку величину, већ је битно и како је измерити да би се резултати добили најповољнијим путем. Док број у математици представља одређену вредност, дотле резултат мерења у физици одређује само интервал у коме се налазе мерене величине. Уколико је тај интервал ужи мерење је тачније. При мерењима у физици овај интервал не може бити бесконачно мали. Идеализација, тј. потпуни прелаз на тачно дефинисане вредности учињен је само у математици. Сматра се да тачна вредност лежи унутар овог интервала, а вредности добијене при мерењу одступају мање или више од ње. Ова одступања називају се грешкама мерења. Мерења се никад не могу спровести са идеалном тачношћу. Сваки резултат мерења може се посматрати само као интервал у коме се мерене вредности налазе. При томе се трудимо да овај интервал буде што мањи.

Такозвана права вредност физичке величине на идеализован начин одражава одговарајуће својство физичког система. Она је углавном непозната, или се добија из теорије. Стварна вредност је вредност добијена у експерименту. Одступање праве од стварне вредности карактерише тачност мерења. Тачност је већа што је разлика мања.

Методe мерења се деле :

- по облику функционалне зависности између тражене и мерене величине
- по референтном нивоу
- по начину представљања резултујуће информације

По облику функционалне зависности између тражене и мерене величине мерења се даље могу поделити на:

- директна
- индиректна и
- параметарска

Код директних мерења вредност физичке величине добија се директно помоћу инструмента.

Код индиректних мерења вредност тражене физичке величине y се добија израчунавањем из других директно мерених величина x_k , које су са траженом величином y некој релацији: $y = f(x_1, x_2, \dots, x_d)$

Код параметарских мерења вредности тражене величине добијају се посредно као параметри a_j , $j = 1, 2, \dots, p$ функционалне зависности између независно променљиве величине x и зависно променљиве y .

По референтном нивоу на:

- апсолутна и
- релативна мерења

Апсолутна мерења се реферишу у односу на нулту вредност неке величине, а релативна се реферишу у односу на неку погодну вредност дате величине.

По начину представљања резултујуће информације на:

- аналагна
- дигитална

Аналогно мерење је када је сигнал који се мерењем добија из мерног инструмента повезан са мереном величином преко континуиране, глатке функције.

Мерење рада и снаге као физичких величина спада у индиректна мерења, јер се најчешће мере време, дужина пута, сила и тада се рад и снага одређују помоћу адекватних физичких формула. Ергометрија као облик одређивања рада са друге стране може да спада у параметраска мерења, јер се преко овог мерења посредно долази до података о стању организма испитаника.

7. ОБРАДА РЕЗУЛТАТА МЕРЕЊА

Грешка је одступање измерене вредности од праве вредности мерене величине. Права вредност сваке физичке величине објективно постоји, али је немогуће утврдити колико износи, опет због грешке која се приликом тог утврђивања (мерења) јавља. Постоји више разлога због којих измерена вредност физичке величине не одговара правој вредности. Најзначајни су исправност мерила, квалитет мерила и исправна употреба мерила (стручност и вештина мериоца, прописан начин употребе мерила исл.). Према узрока настајања, грешке могу бити:

- систематске, које најчешће настају због неисправности или оштећења делова мерила, а такође и због утицаја (температуре, влажности, притиска и сл.) средине у којој се мери. Манифестују се тако што мерило при поновљеним мерењима стално показује или

већу или мању вредност него што је права вредност мерене величине

- случајне, које настају због квалитета мерила (нарочито његове поновљивости), као и због случајних промена параметара у склопу целог система и процеса мерења.

- Грубе, које су најчешће грешке мериоца, у које спадају погрешно читавање мерила, непрописна употреба мерила (напр. положај) и погрешно израчунавање мерене величине из вредности очитаних на мерилима.

Како права вредност мерене величине најчешће није позната, као права вредност се узима средња вредност измерених величина.

Један од једноставнијих начина за обраду резултата добијених мерењем састоји се од израчунавања и заокруживања средње вредности и највеће апсолутне грешке мерења, те представљање резултата мерења.

Претпоставимо да се нека физичка величина мери n пута и да се као резултати мерења добијају вредности $x_1, x_2, \dots, x_n$. Тада се под средњом вредношћу резултата мерења подразумева аритметичка средина свих резултата мерења.

$$x_{sr} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (6.1)$$

Апсолутна грешка (Δx) мерења представља одступање мерене величине од средње вредности (праве вредности).

$$\Delta x = |x - x_{sr}| \quad (6.2)$$

Релативна грешка (δx) представља количник апсолутне грешке и средње вредности и у многим случајевима је природнија мера изражавања грешке мерења.

$$\delta x = \frac{\Delta x}{|x_{sr}|} \quad (6.3)$$

Пошто се права вредност мерене величине x_0 не зна, обично се уместо тачне вредности x_0 у изразима (6.1), (6.2), (6.3) се користи аритметичка средина x_{sr} , већег броја мерења.

8. ЕКСПЕРИМЕНТ И ТЕОРИЈА У НАСТАВИ ФИЗИКЕ

Физика се у својим закључцима ослања на посматрање и експеримент. Посматрање у ужем смислу састоји се у испитивању појава, које се дешавају независно од воље истраживача, у природним околностима. Експеримент се заснива на извођењу појава у условима које је створио истраживач.

Процеси који се дешавају у природи толико су међу собом повезани и показују толико различите утицаје једани на друге да без вештачког рашчлањивања и без изоловања једне појаве од друге не би било могуће утврдити тачну везу између њих.

Сваки експеримент, чији је у ствари саставни део и посматрање, праћен је сложеним умним радом ученика.

Индукција и дедукција су тесно узајамно повезане и могу се третирати као јединствен метод истраживања природе.

Критеријум на основу кога се може верификовати свака тврдња у физици је експеримент и целокупна свакодневна и производна пракса.

Експеримент у науци представља само део истраживања. Крајњи циљ научних истраживања је уопштавање појединих ставова и тврдњи, одн. изграђивање физичких теорија. Пут до физичких закона и теорија омогућава хипотеза. Савремена физика се богато користи хипотезама и може се рећи да темељно разрађена хипотеза представља значајан елемент у развоју науке.

Научном теоријом обухвата се најчешће велики број чињеница и појава које се њоме систематизују и објашњавају, а наше знање се проширује и рационализује. Штавише њоме се могу предвидети нове чињенице и појаве и нови закони. Ваљаност теорије такође се потврђује експериментом, одн. праксом. На тај начин ако научни експеримент води до теорије, онда и теорија увек даје нове импулсе експерименталним истраживањима.

Када се ово што је речено у односу на физику као науку транспонује на физику као наставни предмет, исказани принципијелни став у погледу теорије и експеримента остаје у пуној важности.

Теоријска излагања на часовима, која су обавезна у конвенционалној настави, треба стално да се ослањају на демонстрациони експеримент наставника, целисходно повезан са самосталним ученичким лабораторијским вежбама. У настави физике треба полазити од оне праксе са којом се ученици сусрећу сваки дан. Квалитет и темељност знања у великој мери зависи од тога колико је обезбеђена експериментална прорада наставног материјала. Све важније поставке и обрасци имаће само тада реално значење за ученике када су поткрепљени одговарајућим посматрањима, експериментима, мерењима и рачунањем.

Експеримент не сме да буде одвојен од наставног процеса физике, него мора да буде са њим органски повезан и треба да служи као основни извор подстицаја на размишљање. Експерименти које изводи наставник и ученичке вежбе треба да се раде у пуној сагласности са током излагања и учења наставног градива. При томе не треба дозволити да се настава физике претрпа експериментима, јер то ствара најпогодније услове да експеримент постане циљ самом себи, чиме се нарушавају основни принципи наставе физике.

Иако је улога експеримента у настави физике, и у средњој и у основној школи, неоспорно велика то не значи да му треба придавати већи значај него теорији. Напротив, експеримент је само

средство да се изгради и провери теорија помоћу које тек могу да се схвате и разумеју појаве и процеси који спадају у домен физике , а нарочито да се помоћу ње управља њима.

Посебну пажњу треба обратити на лабораторијске вежбе, пошто ученици могу добити јасне и разговетне представе о појавама само када их директно посматрају, мере и самостално репродукују помоћу експеримента. Када су лабораторијске вежбе добро организоване оне имају велик образовни и васпитни значај, јер се помоћу њих могу свесније и солидније усвојити наставно градиво и радне навике. То ипак не значи да ученици треба да све сами посматрају и обраде. О много чему они сазнају и другим путевима.

Принцип научности захтева да се у току свих етапа процеса наставе физике јединство теорије и праксе буде доследно спровођено. Сазнања о том јединству ученици добијају приликом упознавања са применом физичких закона у техници и у свакодневној животној пракси и сазнавањем о томе како култура, техника, и уметност стално дају нове импулсе развоју физике.

У процесу наставе физике ученици треба да стекну чврсто убеђење о томе да су експеримент и пракса критеријуми истинитости наших судова и закључака.

9. ЕКСПЕРИМЕНТ У НАСТАВИ ФИЗИКЕ

Дидактички принцип очигледности у настави физике остварује се, према устаљеном схватању, помоћу експерименталних наставних метода као што су демонстрациони експерименти и лабораторијске вежбе.

Једним од основних очигледних средстава у настави физике сматра се наставни експеримент. При томе се полази са становишта да ниједно друго средство не може да замени експеримент у посматрању физичке појаве. Чињеница је да се експериментом репродукују појаве у условима погодним за њено посматрање и проучавање.

Приликом посматрања и изучавања појаве коју наставник демонстрира, затим вршењем самосталних експеримената и мерења, ученици се упознају са основама експерименталног метода без кога се не могу објављивати ни научна истраживања у физици. Иако школски експеримент није истоветан са научним у њему има много елемената научног експеримента, на основу којих ученик добија представу и о научном експерименталном методу.

Методика школског физичког експеримента је једна од најразвијенијих области методике физике.

Демонстрациони експеримент се углавном користи када наставник излаже ново градиво. У ком делу часа ће наставник извести демонстрациони експеримент зависи од дидактичког циља који је поставио припремом часа.

Ученичке лабораторијске вежбе су најважнији облик самосталног рада, који обављају ученици. Оне се могу користити у различитим интервалима наставног процеса: приликом проучавања наставног градива, при утврђивању и евидентирању ученичког знања.

Ученичке лабораторијске вежбе су један од основних метода наставе физике. Према томе какав дидактички задатак треба да се реши лабораторијске вежбе могу предходити наставниковом

излагању, или се изводе када су ученици упознати са новим наставним садржајима као часови утврђивања или примене стеченог знања.

Ако се лабораторијске вежбе раде пре излагања новог градива оне имају истраживачки одн. хеуристички карактер. Ученици изводећи вежбу долазе до закључка о вези међу изучаваним физичким појава и покушавају то да формулишу.

Усавршавање постојећих наставних метода и разрада нових треба да се врши у смеру максималног појачања самосталног рада ученика

Треба схватити да је савремена настава добра у оној мери у којој је код ученика развијена самосталност у раду.

Када се ради о избору експеримента и о месту на часу на коме треба извести дати демонстрациони експеримент или лабораторијску вежбу, да бисмо са другим начинима учења истакли и учинили убедљивијим наставно градиво, овде су присутна питања методике наставе физике. При томе се експеримент јавља у готовом, коначном, одређеном облику.

Потребно је побринути се о очигледности и изражајности експеримента, како би сваки ученик обавезно схватио појаву која се демонстрира. Зато треба бирати једноставније уређаје у којима се јасно истичу основни делови.

Експерименти треба увек да буду убедљиви и да не изазивају никакву сумњу у њихову оправданост. Због тога све појаве које прате основну појаву морају бити сведене на минимум да не би одвлачиле пажњу ученика од онога што је главно.

10. КООРДИНАЦИЈА НАСТАВЕ ФИЗИКЕ И ОСТАЛИХ НАСТАВНИХ ПРЕДМЕТА

Веза наставе физике са наставом осталих предмета мора се посматрати у зависности од карактера појединих предмета. На један начин се мора посматрати тај однос када се има у виду настава математике, а на други начин када се има у виду настава хемије, биологије, астрономије, физичког образовања, и других наставних предмета.

Корелација наставе физике и математике је вишеструко значајна . Математика је неопходно средство у настави физике, било да се ради о наставниковим излагањима, било да се ради о решавању рачунских задатака и експерименталних рачунских задатака и лабораторијских вежби, било приликом употребе уџбеника и приручне литературе.

Настава физичког образовања нуди обиље примера примене физичких закона у свакодневном животу. Наставник физике треба да ову околност користи у свакој погодној прилици. Сарадња наставника физике са наставницима других наставних предмета свима може помоћи да се избегну формализми у настави, и омогући да се многа питања у овим наставним дисциплинама могу решавати позивањем на научне аргументене, а да се сами не упуштају у њихову формулацију, анализу и тумачење.

Посебно место заузима корелација физике и наставних предмета који се односе на медицинске науке. Изузетно је значајно навести да се у свим наставним предметима овог профила налазе физички закони које је потребно детаљније обрадити на часовима физике, јер се у овим наставним предметима подразумева највиши степен знања, одн. степен примене научених садржаја.

11. РАД И СНАГА У НАСТАВНИМ ПЛАНОВИМ И ПРОГРАМИМА

Природа и друштво у четвртном разреду основне школе

РАД, ЕНЕРГИЈА, ПРОИЗВОДЊА И ПОТРОШЊА

- Рад - свесна активност човека (поредити рад људи и активности различитих животиња).
- Утицај природних и друштвених фактора на живот и рад људи.
- Природна богатства и њихово коришћење (ресурси, технологије, производи, рационална производња и потрошња, рециклажа, ревитализација).
- Ресурси: воде, горива, руде и минерали, земљиште, шуме, биљни и животињски свет.
- Природне сировине - примена: (кухињска со, гипс, мермер...).
- Прерада природних сировина - технологије добијања метала, папира, гуме...

Прерада воде и добијање здраве хране.

- Сунце, ваздух, вода - обновљиви извори енергије.
- Угаљ, нафта, гас - необновљиви извори енергије, заштита животне средине.
- Недовољно искоришћени и еколошки извори енергије.
- Делатности људи у различитим крајевима Србије (равничарским, котлинским, брдско-планинским; селу и граду).
- Производња и услуге, пласман и тржиште, понуда и потражња, трговина и потрошња (маркетинг).
- Рад, производња, потрошња и одрживи развој (увидети везе између коришћења ресурса, примењених технологија и одрживог развоја).

Физика седми разред основне школе

МЕХАНИЧКИ РАД И ЕНЕРГИЈА. СНАГА (6+7+2)

Механички рад. Рад силе. Рад силе теже и силе трења. (2+1)

Квалитативно увођење појма механичке енергије тела. Кинетичка енергија тела.

Потенцијална енергија. Гравитациона потенцијална енергија тела. (2+2)

Веза између промене механичке енергије тела и извршеног рада.

Закон о одржању механичке енергије. (1+1)

Снага. Коефицијент корисног дејства. (1+1)

Систематизација и обнављање градива. (0+2)

Завод за унапређивање образовања и васпитања

Демонстрациони огледи:

Илустровање рада утрошеног на савладавање силе трења при клизању тела по различитим подлогама, уз коришћење динамометра.

Коришћење потенцијалне енергије воде или енергије надуваног балона за вршење механичког рада.

Примери механичке енергије тела. Закон о одржању механичке енергије (Максвелов точак).

Лабораторијске вежбе

1. Одређивање рада силе под чијим дејством се тело креће по различитим подлогама.

(1)

2. Провера закона одржања механичке енергије помоћу колица. (1)

I разред

оба типа гинмазије

(2 часа недељно, 74 часа годишње)

VII Закони одржања

1. Увод (о законима одржања). Изолован систем. Закон одржања импулса (реактивно кретање, узмак). (П)

2. Рад силе, активна компонента силе, позитиван и негативан рад. (Р)

3. Кинетичка енергија. Рад и промена кинетичке енергије. Снага. Рад, снага и кинетичка енергија код ротационог кретања. (П)

4.Конзервативне силе и потенцијална енергија. (Р)

Потенцијална енергија гравитационе интеракције, потенцијална енергија еластичне опруге. (Р)

5.Закон одржања енергије у механици (примери). (П)

Еластичан и нееластичан судар. (О)

6.Закон одржања момента импулса (пируете). (Р)

Демонстрациони огледи:

- Закон одржања импулса (помоћу колица са опругом, кретање колица са епруветом).
- Закон одржања енергије (модел "мртве петље", Максвелов диск).
- Перкусиона машина.
- Закон одржања момента импулса (Прантлова столица).

12. ОДРЕЂИВАЊЕ РАДА И СНАГЕ ПРИРУЧНИМ СРЕДСТВИМА

Извођење ове вежбе се у потпуности уклапа у предходно наведене методичке принципе о извођењу експерименталних и демонстрационих вежби.

За извођење ове вежбе је потребна столица или степенице негде у окружењу, метарска трака, вага за мерење телесне масе ученика и хронометра (који се у данашње време врло често налази у опреми мобилних телефона ученика). Тако се цела вежба своди уствари на мерење основних физичких величина (дужина, маса, време), па и на тај начин ученици могу доћи до закључка о важности рада и снаге као физичких величина.

Ученици треба да измере своју телесну масу помоћу ваге за мерење телесне масе и да са тим податком израчунају своју тежину ($Q = mg$, где се за убрзање слободног падања узима $9,81 \frac{m}{s^2}$). Ово ученици могу да ураде и код куће, па да на час дођу са готовом нумеричком вредношћу своје тежине (често је то педагошки

оправдано, јер ученици са повећаном телесном масом тада не осећају стид, јер остатак одељења нема увид у тачну вредност телесне масе).

На часу ученици помоћу метарске траке мере висину седишта столице у учионици и то представља пут који прелазе приликом вршења рада.

Вежба се ради у пару, тако да се прво један ученик пење и силази, док други ученик мери време пењања и силажења. Вежба се ради у пару и из безбедносних разлога, да ученик који стоји придржава столицу, да се столица при пењању не би измакла и да се ученик који се пење не би повредио.

Ученик који се пење врши препоручених десет (10) мерења са произвиљним бројем пењања и силажења. Пут при вршењу рада је висина седишта столице, помножена са два и бројем пењања и силажења ($s = 2nh$, h – висина седишта столице, n – број пењања и силажења са столице) . Када овај пут помноже са својом тежином добијају вредност рада који су извршили пењући се и силазећи са столице ($A = Q \cdot s$). Приликом пењања и силажења се симултано мери и време, и када се рад подели измереним временом добија се употребљена снага за пењање и силажење ($P = \frac{A}{t}$).

Затим треба израчунати апсолутне (Δt , ΔA , ΔP), и релативне (δt , δA , и δP) грешке мерења. Резултате мерења приказати са грешкама и на основу овога написати закључак, шта може да се закључи из ове вежбе.

13. ИЗГЛЕД ПРИПРЕМЕ НА ОСНОВУ КОЈЕ УЧЕНИЦИ РАДЕ ВЕЖБУ

ОДРЕЂИВАЊЕ РАДА И СНАГЕ

1. На кућној ваги за мерење масе измери своју телесну масу (m)
2. Израчунај своју тежину ($Q = mg$, $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$)
3. Помоћу метарске траке измери висину седишта столице
4. Помоћу хронометра мери време за изабрани број пењања (силажења) са столице
5. Израчунај пређени пут при томе ($s = 2nh$)
6. Израчунај извршени рад ($A = Q \cdot s$)
7. Израчунај употребљену снагу при томе ($P = \frac{A}{t}$)
8. Израчунај све грешке мерења
9. Напиши закључак

број мере ња	број пењања	t(s)	A (J)	P (W)	t _{sr} (s)	A _{sr} (J)	P _{sr} (W)	Δt (s)	ΔA (J)	ΔP (W)	δt (%)	δA (J)	δP (W)

14. НИВОИ ПРИМЕНЕ ВЕЖБЕ

Из наведених примера планова и програма види се да се рад и снага као физички појмови као и физичке величине изучавају на различитим узрасним нивоима, што значи да се ова вежба може вршити на различитимзрастима са различитим захтевима.

У трећем разреду основне школе ова вежба се може радити без бележења резултата, одн ученици могу само да се пењу и силазе са столице и да при томе бележе само своје доживљаје при промени различитих параметара.

Напр. бележе доживљаје ако се на столицу пењу и силазе за исто време, затим могу да се пењу и силазе исти број пута, али краће време. Наравно да ако се буду пењали и силазили за краће време биће уморнији и брже ће дисати, што ће показивати да им је требало више снаге да урде исти посао (пењање и силажење) за краће време.

Наравно у овом узрасном периоду сви закључци ће бити без математичких и физичких формула само на основу личног доживљаја ученика, записивања тих доживљаја и затим извођења закључака.

Наставник треба да да упутства како вежба треба да се изводи, али наравно треба да наведе ученике да и сами мењају параметре (број пењања или време пењања) и да на основу тога такође изводе закључке.

У седмом разреду основне школе ова вежба већ може да се изведе са приказаном табелом и са наведеним грешкама мерења. На овом узрасном нивоу осим очигледног усвајања појма физичких величина рада и снаге, ученицима је могуће указати и на везу математике и физике, јер без математичких формула би било немогуће одредити нумеричке вредности ових величина као и грешке мерења. На овај

начин ученици развијају тачност и прецизност, јер се при презентацији вежбе и предаји урађене вежбе треба инсистирати и на тачности, и прецизности, као и на уредности.

Међутим, осим везе физике и математике, могуће је указати и на корелацију између физике и физичког васпитања, јер помоћу ове вежбе ученици могу да увиде и разлоге рада вежби обликовања, одн понављања вежби на часовима физичког васпитања.

Већ на овом узрасном нивоу могуће је показати и начине прорачуна дужине вршења оваквог типа физичких вежби да би се искористила нека унета количина енергије, одн. како можемо повећати своју снагу или како можемо утрошити енергију унету неком врстом хране.

Може се као задатак, после изведене ове вежбе, поставити ситуација колико пута треба да се попнемо и сиђемо да бисмо потрошили енергију коју смо унели у себе ако смо појели једну банану.

Енергијско својство једне банане је

$$E = 89 \text{ kcal (373,8 kJ)} \quad E = n \cdot A$$

$$\underline{A = 490,5 \text{ J}} \quad n = \frac{E}{A}$$

$$n = ? \quad n = \frac{373,8 \times 10^3 \text{ J}}{490,5 \text{ J}}$$

$$n = 762,08$$

Што добијамо да бисмо морали да се попнемо и сиђемо 762 пута да бисмо утрошили енергетску вредност једне банане.

Интересантно је да се ова вежба може вршити као вежба којом ученици систематизују усвојена знања на часовима обраде новог

градива и у том случају се ова вежба може користити за оцењивање стечених знања. Међутим, ова вежба се може користити и као уводна вежба пре обраде појмова рада и снаге и тада се користи као вежба за побуђивање интересовања ученика, а ученици после извођења вежбе сами долазе до закључка од чега зависе рад и снага. Наравно у овом случају припрема за вежбу не би изгледала као предходно поменуто и вежба не би била рађена у том обиму. У том случају ученици би без нумеричких вредности требали само да прате и записују шта се дешава приликом већег броја пењања (силажења) или шта се дешава ако убрзавамо пењање и силажење одн. ако скраћујемо време вршења рада.

Независно о ком се образовном профилу ради и да ли је у питању гимназија или средња стручна школа појам рада и снаге се обрађује у првом разреду.

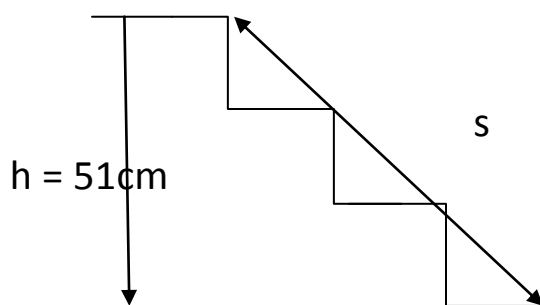
Начин израде ове вежбе може зависити од тога да ли је вежба рађена у основној школи или није. Ако је вежба рађена у основној школи тада би начин извођења вежбе могао бити модификован и могу се брже и лакше увести још неки појмови.

Иако вежба није рађена у основној школи, на овом узрасном нивоу треба инсистирати на цртању графика зависности рада од дужине пута ($A = f(s)$), и зависности снаге од времена ($P = f(t)$).

Осим увежбавања цртања графика и графичког представљања резултата мерења, овде би се могло увести и представљање грешака мерења на графицима, јер би тада ученици и визуелно добили представу о величини и утицају грешке мерења на мерене резултате.

Како је у плану и програму на овом узрасту предвиђено увођење појма конзервативних сила, ова вежба даје могућност и експерименталног доказа особина конзервативних сила. Уместо да се ученици пењу и силазе са столице, вежба се може извести као вежба у природи. У свим школама постоје степенице и пењање на

ступенице представља кретање по стрмој равни. Висина једног ступеника је $h = 17 \text{ cm}$. Ако посматрамо можемо приметити да је висина три ступеника иста по висини седишта просечне столице.



слика 14.1

Ученици могу да изведу вежбу и да израчунају рад при пењању (силажењу) уз ступенице и рад при пењању на столицу и да се увере у особину конзервативних сила да је рад исти, без обзира на начин прелажења пута.

Осим овог аспекта вежбе, вежба може да се конципира и да ученици рачунају рад при кретању тела уз (низ) стрму раван.

Што се тиче снаге ученици упоређујући снагу потребну за савладавање ступеница и за пењање на столицу долазе до закључка о сврхи увођења стрме равни (ступеница, путева у планинама), уштеде у снази. Овај закључак се може извести само на основу личног доживљаја или нумерички на основу мерења времена

приликом пењања (силажења) уз степенице и пењања (силажења) на столицу.

15. ОДРЕЂИВАЊЕ ПАРАМЕТАРА ОРГАНИЗМА ИСПИТАНИКА ПРИЛАГОЂЕНИМ ЕРГОМЕТРОМ

Рекли смо да вежба даје корелацију између наставе физике и физичког васпитања, али осим тога даје корелацију између физике и наставних предмета који се изучавају у средњој медицинској школи, а то су здравствена нега и хигијена са здравственим васпитањем.

У оквиру предмета здравствена нега ученици се упознају са поступцима при различитим дијагностичким методама, па тако и са дијагностичком методом ергометрија која мери рад који може да изврши човек при различитим оптерећењима, а рад се мери на основу различитих физиолошких параметара.

Када раде ову вежбу ученици се увере да је дужина вршења рада, као и брзина вршења рада скопчана са различитим сензацијама, одн. почињу брже да дишу, срце им брже ради, умарају се. Све су ово параметри који се иначе бележе и при ергометрији.

Вежба може бити проширена на тај начин што би ученици на почетку рада вежбе измерили пулс и записали га, и мерили га после сваког парног броја мерења. Наравно, да би приметили да ће се број откуцаја срца повећати после већег броја пењања или после бржег пењања. Како ученици често нису у том узрасту спретни за мануелно мерење пулса као помоћ се може користити справа која се назива

пулсоксиметар, на којој се преко контакта се прстом испитаника може одредити пулс испитаника и засићеност крви кисеоником. Чак и засићеност крви кисеоником се може у том тренутку мерити јер како се буде повећавао број мерења или брзина мерења и засићеност крви кисеоником ће се смањивати јер се дисање скраћује и у организам долази мања количина кисеоника. Овај податак се може искористи као показатељ значаја правилног дисања при повећаним физичким напорима.

Ергометријска испитивања дају везу између виталних параметара испитаника и оптерећења коме се испитаник подвргава. Ергометри у стручним установама су бицикли или покретне траке на којима могу да се мењају оптерећења, међутим, и принцип приказан у овој вежби може се применити у ергометријским испитивањима. Једино што је важно да се пењања врше у истим временским интервалима, напр. да уз два степеника корачају један секунд и да се за то исто време спусте. Затим да за две секунде корачају на висину четири степеника и да се за то исто време спусте и затим на висину шест степеника три секунде и да се за то исто време спусте. Сваку од ових висина испитаник савладава по два минута и након тог времена му се мере пулс и притисак. Деца у школи ће наравно приметити да ће се све више умарати, а добиће и материјалне податке о пулсу и висини крвног притиска. У највећем броју случајева код школске деце овог узраста не би требало да буде никаквих промена, осим лаког умора, убрзаног пулса и продубљеног дисања.

Припрема за вежбу би имала само пар упутстава:

- 1) Пењи се на прва два степеника ритмом да се један секунд пењеш и један секунд силазиш.
- 2) Након три минута измери пулс и крвни притисак
- 3) Затим се пењи на четири степеника ритмом од две секунде за пењање и две секунде за силажење
- 4) Опет након три минута измери пулс и крвни притисак

5) Пењање понови на шест степеника, ритмом три секунде за пењање и три секунде за силажење и после овог циклуса измери пулс и крвни притисак

6) Све измерене вредности унеси у табелу и затим напиши закључак

број мерења	број степеника	пулс (otk/min)	висина крвног притиска (kPa)

Што се тиче предмета хигијена и здравствена заштита први део корелације је већ споменут пример одређивања количине физичког рада потребног за утрошак енергије одређених животних намирница. Међутим, осим овог аспекта метод приказан у овој вежби је медицински прихваћен метод за одређивање физичке спремности испитаника и назива се Харвард степ тест, који се врши тако што се испитаницима мери крвни притисак и срчана фреквенција. Тест се врши три минута на тај начин што се испитаници корачају уз два степеника укупне висине 50,8 cm за једну секунду и да за то исто време корача уназад низ степенике. У том ритму испитаник корача уз и низ степенике три минута и након тог времена се поново мере крвни притисак и број срчаних откуцаја у минути (HR). Према оствареној срчаној фреквенцији испитаници се деле у категорије. Што се тиче ученика узраста првог разреда средње школе (15 година) категорије би биле:

категирија физичке спремности	дечаци (HR)	девојчице (HR)
одлична	94 - 102	104 - 112

просечна	103 - 110	113 - 120
испод просека	111 - 120	121 - 130
лоша	121 - 131	131 - 141
врло лоша	132 - 169	142 - 179

На основу овог примера, можемо закључити да ученици не само да добијају информацију о корелацији предмета које изучавају, него могу сами да направе кратко истраживање и сами процене своју физичку спремност.

Једноставна вежба као што је пењање (силажење) са столице, степеника или степера у сали за физичко васпитање, осим што може да се ради као лабораторијска вежба за оцењивање усвојених садржаја после обраде лекција Механичког рада и снаге, као уводна вежба да ученици сами покушају да дођу до закључка од чега зависе механички рад и снага, може да се зада и као домаћи задатак ученицима.

16. ЗАКЉУЧАК

Предавање физике у школама у ери рачунара и све мање заинтересованости ученика за савладавање школског градива, непрестано наилази на захтеве излагања градива у облицима који су ученицима интересантни и привлаче ученикову пажњу. Вежба која је приказана у овом раду даје неслућене могућности рада на часу са минималним улагањима, а великим резултатима које ученици могу да извуку из резултата примене ове вежбе. Не само да се вежба може радити на различитим узрасним нивоима, него се може радити у и корелацији са различитим наставним предметима, а такође се може радити и у различитим деловима обраде наставних

садржаја механичког рада и снаге. Оно што је још интересантно код ове вежбе је да се она не мора радити обавезно у учионици него се може радити и у школском дворишту, што ученицима додатно повећава интересовање, а самим тим и запамћивање ових физичких величина.

Интересантно је да се овај рад ради у време смањивања обима градива физике који се изучава у средњим медицинским школама, а овде је на једној изузетно једноставној вежби приказан низ ситуација у којима се види изузетно јака корелација између физике и медицине, и једноставности начина објашњавања везе између физичких појава и дијагностичких метода у медицини.

17. ЛИТЕРАТУРА

- 1) Иван Супек: Повјест физике, Школска књига, Загреб, 1980.год
- 2) Др. Ј. Јањић, Др. И.Бикит, Др.Н.Циндро: Општи курс физике, први део, Научна књига, Београд, 1983. Год.
- 3) Јеврем Јањић, Мирослав Павлов, Бранко Радивојевић: Физика, са збирком задатака и приручником за лабораторијске вежбе за први разред средње школе за подручја рада :здравство, фармација и спцијална заштита, текстилство и кожарство и за ветеринарске техничаре, Завод за уџбенике, Београд, 1987. Год

- 4) Ђорђе М. Басарић: Методика наставе физике, Научна књига, Београд, 1979. Год
- 5) Др Соња Скубан: Неауторизована предавања за предмет Мерења у Механици
- 6) Наставни план за предмет Познавање природе и друштва за четврти разред основне школе
- 7) Наставни план за предмет Физика за седми разред основне школе
- 8) Наставни план за предмет Физика за први разред гимназије и стручних школа
- 9) Originalni rad

Fizička spremnost učenika osmog razreda OŠ "Ljuba Nešić" iz Zaječara nakon školskog zimskog raspusta
(Physical readiness in students eight grade of pr. school "Ljuba Nešić" from Zaječar after school winter vacation)

Boris Zafranović (1), Lale Zafranović (2)
 (1) Gimnazija Zaječar, (2) Zdravstveni centar Zaječar, Internistička služba, Kardiološki odsek

10) <http://www.ishrana.org/banana.html>

БИОГРАФИЈА

ТИЈАНА ЈОЦИЋ

Природно – математички факултет у Новом Саду, одсек физике, смер наставни завршила 1989. год. са просечном оценом 8,27. У фебруару 1989. год. почиње да ради у Основној школи „Иво Лола Рибар“ , као наставник физике. 1991. год. положила стручни испит са оценом одличан (5). Као наставник физике у Основној школи „Иво Лола Рибар“ у Новом Саду имала значајне успехе као ментор ученицима који су се такмичили на различитим нивоима такмичења. Од 2007. год. до 2009. год . у Основној школи „Иво Лола Рибар“ у Новом Саду ради на месту помоћника директора са 50% ангажовања, а остатак и даље ради у настави.

2010. год споразумом о преузимању радника прелази у Медицинску школу „7.април“ у Новом Саду где до сада ради на пословима професора физике. У школи је ангажована као председник актива професора природних наука, и као активан члан Тима за инклузију и Тима за каријерно вођење.



UNIVERZITET U NOVOM SADU

PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije:

Monografska dokumentacija

TD

Tip zapisa:

Tekstualni štampani materijal

TZ

Vrsta rada:

Završni maaster rad

VR

Autor:

Tijana Jocić

AU

Mentor:

dr Sonja Skuban

MN

Naslov rada:

Određivanje rada i snage priručnim sredstvima

NR

Jezik publikacije:

srpski (ćirilica)

JP

Jezik izvoda:

srpski/engleski

JI

Zemlja publikovanja:

Republika Srbija

ZP

Uže geografsko područje: Vojvodina

UGP

Godina: 2014

GO

Izdavač: Autorski reprint

IZ

Mesto i adresa: Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

MA

Fizički opis rada: 5/182/32/0/71/0/3

FO

Naučna oblast: Fizika

NO

Naučna disciplina: Metodika nastave fizike

ND

Predmetna odrednica/ ključne reči: Eksperimentalne vežbe, rad i snaga

PO**UDK**

Čuva se: Biblioteka departmana za fiziku, PMF-a u Novom Sadu

ČU

Važna napomena: nema

VN

Izvod: U ovom radu je opisano eksperimentalno određivanje mehaničkog rada i snage priručnik sredstvima (pomoću stolice ili stepenika)

IZ

Datum prihvatanja teme od NN veća: 31. juli 2014.

DP

Datum odbrane:

11. septembar 2014.

DO

Članovi komisije:

KO

Predsednik:

dr Agneš Kapor, redovni profesor PMF-a u Novom Sadu

član:

dr Sonja Skuban, vanredni profesor PMF-a u Novom Sadu

član:

Dr Fedor Skuban, docent PMF-a u Novom Sadu

UNIVERSITY OF NOVI SAD

FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type: Monograph publication

DT

Type of record: Textual printed material

TR

Content code: Final paper

CC

Author: Tijana Jocić

AU

Mentor/comentor: dr Sonja Skuban

MN

Title: Determining work and power with references (handy) tools

TI

Language of text: Serbian (Latin)

LT

Language of abstract: English

LA

Country of publication: Republic of Serbia

CP

Locality of publication: Vojvodina

LP

Publication year: 2014

PY

Publisher: Author's reprint

PU

Publication place: Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

PP

Physical description: 5/182/32/0/71/0/3

PD

Scientific field: Physics

SF

Scientific discipline: Methodology of physics teaching

SD

Subject/ Key words: Experimental exercise, work and power

SKW**UC**

Holding data: Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4

HD

Note: none

N

Abstract: In this paper, the exercise of determining the work and power with references tools, which can be applied to different age levels of students and is correlated with a variety of subjects in teaching

AB

Accepted by the Scientific Board: 31. July 2014.

ASB

Defended on: 11. september 2014.

DE

Thesis defend board:

DB

President: dr Agneš Kapor, full prof.

Member: dr Sonja Skuban, associate prof.

Member: dr Fedor Skuban, assistant prof.