

Одабрани експерименти у настави физике

Милан Ковачевић, Ненад Стевановић, Владимир Марковић

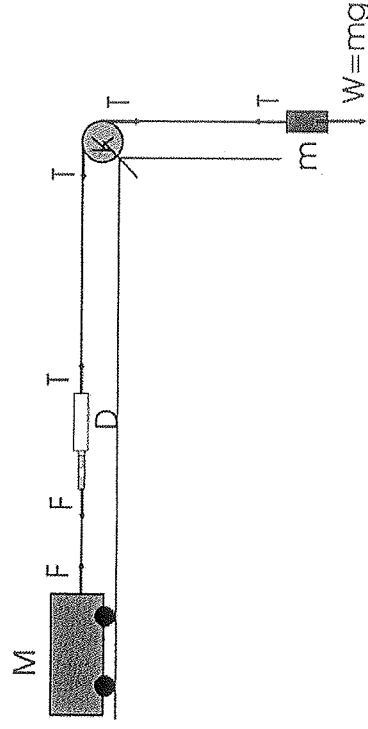
Природно-математички факултет, Универзитет у Крагујевцу

Апстракт. У настави физике, школски келсеримент је веома важан и има вишеструку улогу. Он служи као извор знања, метода учења, полазиште за успостављање логичких и математичких операција, за повезивање теорије и праксе и као средство за остваривање очигледности у настави. Постоји више врста школског експеримента, зависно од критеријума, класификују се на више начина. Узимајући у обзир циљ ове радионице, највише пажње биће посвећено демонстрационим експериментима и лабораторијским вежбама. Учесници ове радионице ће кроз разне демонстрационе огледе демонстрирати неке од физичких појава с квалитативне стране. Такође, биће приказано и пар лабораторијских вежби које се могу реализовати у основној и средњој школи.

Кључне речи: експеримент, демонстрациони оглед.

II ЊУТНОВ ЗАКОН

Први експеримент. На слици 1 приказана су два тела, колица масе M и тег масе m , која су преко когура повезана помоћу неистегљивог концa. Величина силе F која делује на колица може се мерити динамометром. Ако колица крећу из стања мировања, занемарујући трења, на основу пређеног пута s и времена кретања t , убрзање колица налазимо помоћу релације $a = 2s/t^2$. У експерименту можемо мењати како масу тега m тако и масу колица M .

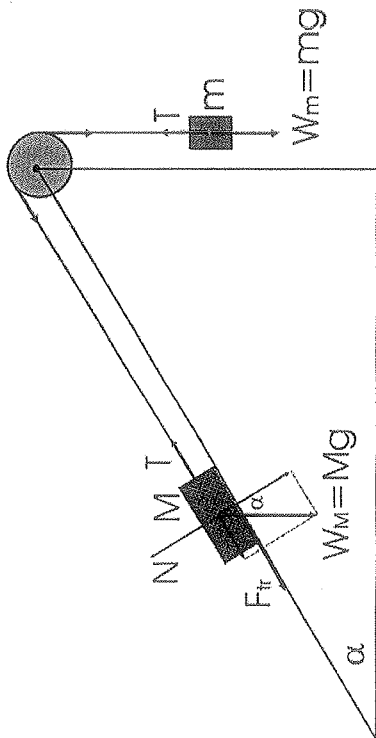


Слика 1. Скица експеримента који се може користити за проверу II Њутновог закона

Задаци:

1. Задржавајући масу колица M константном, за различите масе тега m , израчунајте убрзање a и покажите да је убрзање колица сразмерно сили која делује на колица, тј. $a \sim F$.
2. Задржавајући масу тега m константном, за различите масе колица M , израчунајте убрзање a и покажите да је убрзање колица обрнуто сразмерно маси колица, тј. $a \sim 1/M$.
3. Применом Њутновог закона извести израз за убрзање колица (слика 1).
4. Применом формуле $a = \frac{m}{M+m}g$, за сталну масу колица M и пет различитих вредности масе тега m , израчунајте убрзање колица, и упоредити добијене вредности са убрзањем које се добија на основу пређеног пута и времена кретања колица. Резултате приказати табеларно.
5. Узимајући масу m за независно променљиву, анализирати и скицирати график функције $a = a(m)$. Шта можете закључити о граничном случају када $m \rightarrow \infty$?

Други експеримент: На стрмој равни (слика 2) налази се тело масе M које је неистегљивим концем преко котура повезано са тегом масе m . Пре почетка мерења фиксирати угао стрме равни, нпр. $\alpha = 30^\circ$. Мерити пређени пут s и време кретања t . Убрзање тела израчунајте применом релације $a = 2s/t^2$.



Слика 2. Стрма равна

Задаци:

1. Задржавајући масу M константном, за различите масе тега m , израчунајте убрзање a . Покажите да је убрзање тела M сразмерно сили која делује на тело, тј. $a \sim F$.
2. Занемарујући трења, извести израз за убрзање a .
3. Применом релације $a = \frac{m - M \sin \theta}{m + M}g$ израчунајте убрзање, и упоредити ту вредност са бројном вредношћу која се добија применом релације $a = 2s/t^2$.
4. Одредити коефицијент трења између тела M и површине стрме равни.

5. Урачунавајући и силу трења између тела и стрме равни, извести израз за убрзање тела M , и упоредити га са релацијом за убрзање када се трење занемарује.

ОДРЕЂИВАЊЕ РИДБЕРГОВЕ КОНСТАНТЕ

Задатак овог експеримента је проучавање линијског спектра атома. За разлику од ужарених тела која емитују зрачење спрам своје температуре (модел апсолутно црног тела) и чији спектар је континуалан, емисиони спектар атома је дискретан. У видљивом делу спектра дуга је очигледан пример емисионог континуалног спектра ужареног тела – Сунца. Насупрот дуги, емисиони спектар атома се састоји од појединачних спектралних линија, којима одговарају одређене боје. Како би смо посматрали спектар неког извора зрачења (у видљивом делу спектра) потребно је да имамо извесан дисперзни елемент, који ће нам разложити светлост на спектар. Код феномена дуге, капљице воде (услед завосности инекса преламања од таласне дужине светлости) имају улогу дисперзног експеримента. Њутн је при проучавању светлости уочно стаклена призма има улогу дисперзног елемента и може разложити видљиву светлост на спектар.

Још један, често коришћен дисперзни елемент је дифракциона решетка, која веома ефикасно разлиже светлост на спектар и релативно једноставно повезује угао скретања светлости одређене таласне дужине са константом дифракционе решетке:

$$n \cdot \lambda = g \cdot \sin \alpha ; \quad n=0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

где је n - ред дифракционог максимума, λ -таласна дужина светлости и α -угао под којим се види максимум даге боје.

Пропуштањем светлости коју атом зрачи кроз дифракциону решетку добија се спектар атома. За водоник спектар је приказан на Слици 3



Слика 3. Емисиони спектар атома водоника – Балмерова серија

Са Сликe 3 је јасно зашто говоримо о линијском спектру. Извођењем Ридбергове формуле, позиција линија у спектру (тј њихова таласна дужина) добија природно објашњење:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad (2)$$

У оквиру ове експерименталне вежбе, полазећи од познатог емисионог спектра хелијума одређује се константа дифракционе решетке, на основу које се надалеже испитује Балмерова серија атома водоника и одређује Ридбергова константа.

ЈЕДНАЧИНА СТАЊА ИДЕАЛНОГ ГАСА

У овом делу радионице представљамо експеримент са једноставном апаратуром за проверу гасних закона: Бојл-Мариотовог, Шарловог и Геј-Лисаковог. Ови закони се могу извести полазећи од једначине стања идеалног гаса,

$$pV = n_m RT \quad (3)$$

држећи одређени параметар константним, температуру код Бојл-Мариотовог, притисак код Шарловог и запремину код Геј-Лисаковог закона. За проверу ових законитости потребно је имати суд са променљивом запремином, коју је могуће мерити. Поред запремине потребно је познавати притисак и температуру система. Модеран развој технологије и електронских компоненти нуди веома једноставна решења из области електричних сензора и мерења. Тако је могуће искористити полупроводнички температурни сензор за мерење температуре и Вистонов мост са орпорницима осетљивим на спољашњи притисак за мерење притиска. Уколико као суд користимо избаждарену посуду долазимо до могућности одређивања сва три параметра неопходна за проверу наведених законитости.

Предност електричних компоненти које се користе у виду сензора је што су веома поуздане, имају линеаран одзив на промену мерене физичке величине и њихове карактеристике се веома слабо пертурбирају променом спољашњих услова.

ШТЕФАН-БОЛЦМАНОВ ЗАКОН

Сва тела спрам своје температуре емитују континуални спектар зрачења, који се у идеализованом случају може објаснити зрачењем апсолутно црног тела – АЦТ. Укупна емисиона моћ АЦТ је Штефан-Болцмановим законом у вези са температуром тела:

$$R = \sigma T^4 \quad (4)$$

Уколико као ужарено тело користимо грејач доведен до усјлања, можемо једноставно повезати снагу грејача са изаченом енергијом под претпоставком да је дисипација топлоте конвекцијом мала. Ова претпоставка је добра, поготово јер је топлотни капацитет ваздуха у којем се грејач налази мали и услед изолације суда у којем се налази, ваздух ступа у топлотну равнотежу са грејачем. Надаље је губитак топлоте мали. У том случају снага која се ослободи на грејачу је једнака емисионој моћи коју израчи са јединице површине.

$$P = \frac{R}{S} \quad (5)$$

Мерећи снагу која се ослобађа на отпорном грејачу, можемо довести у везу мерљиве величине и проверити важење Штефан-Болцмановог закона:

$$P = IU \quad (6)$$

Цртањем линеаризованог графика можемо одредити Штефан-Болцманову константу

$$\ln IU S = \ln \sigma + 4 \ln T \quad (7)$$

ЗАКЉУЧАК

У оквиру ове радионице, учесници ће поред наведених експеримената имати прилику да се сусретну и са још низом других, који су представљени у овом часопису као независни радови аутора. У оквиру литературе можете наћи листу радова у којима су описани интересантни експерименти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kovačević M S, Jovanović S, 2009, Određivanje magnetne permeabilnosti vakuuma, *Zbornik DFS, V. Varija* 123-126
2. Kovačević M S, Milošević M M, Strujno-naponska karakteristika svetleće LED diode, *Zbornik radova 8. Međunarodne konferencije o nastavi fizike u srednjim školamaa karakteristika LED diode, Aleksinac*, 27-29. mart 2020., 97-100.
3. Mumba F, and Tslge M, 2006, Finding the density of objects without measuring mass and volume, *Physics Education* 43 (3) 293-295
4. Kovačević M S, Milošević M M, Cimbaljević Ž, 2021, A new liquid density measurement method based on elastic spring stretching, *Physics Education* 56 035026
5. Kovačević M S, Djordjević A, 2006, A mechanical analogy for the photoelectric effect, *Physics Education* 41(6):55
6. Cvjetković V, Kovacevic M S, 2018, Web-based experiment for teaching the electrical characteristics of a solar cell and module, *Computer Applications in Engineering Education* 26(6)
7. Simić S, Kovacevic M S, 2013, Computer sound card as a tool to study of fast changing electromagnetic phenomena, *Computer Applications in Engineering Education* 21(1)
8. Kovacevic M S, Simić S, 2010, Plastic optical fiber as a tool for experimenting with simple pendulum, *Rev. Bras. Ensino Fis.* vol.32 no.3

