MODULI YA KUJIFUNZIA QUANTUM (Q)

Mada:

Mwanga na Fotoniki

Maabara kwa Wanafunzi wa Shule ya Msingi

Mwongozo wa Mwanafunzi

WOMEN SUPPORTING WOMEN IN THE SCIENCES

Kutana na Mwanasayansi

Priscilla Muheki

Mhadhili, Chuo cha Sayansi na Tekinolojia cha Mbarara, Uganda

Kuhusu mimi: Nilizaliwa katika mji mdogo nchini Uganda ambako ilikuwa inaaminika kuwa masomo ya sayansi ni kwa ajili ya wavulana na sanaa ni kwa ajili ya wasichana, kama ilivyo katika jamii nyingi za Afrika. Nilipojiunga na shule ya sekondari, nilivutiwa sana na masomo ya sayansi hasa Fizikia na Hisabati. Hili lilinifanya nisome masomo ya msingi ya Fizikia kama vile mekaniki ya quantum na fizikia ya anga katika chuo kikuu, na hatimaye nikapata Shahada ya Uzamivu (PhD) katika Fizikia nikibobea katika sayansi ya anga.

Ninavutiwa na kuchunguza matukio ya nishati kubwa, kama vile milipuko (flares), yanayotokea katika uso wa nyota. Wakati mwingine wanaanga hutumia kanuni za mekaniki za quantum ili kuelewa kinachoendelea katika nyota. Kwa mfano, atomi katika angahewa ya nyota ambako milipuko hutokea zinaweza kuwepo katika hali nyingi za nishati kwa wakati mmoja, hali inayojulikana kama superposition. Hii ina maana kwamba atomi inaweza kuwa katika hali ya kusisimka na kutosisimka kwa wakati mmoja hadi itakapokutana na chembe nyingine na hali yake "ikadidimia" (collapse).

Uzoefu wangu wa kusimamia taaluma na maisha: Usifikiri kwamba ukifuatilia ndoto zako na taaluma yako utapoteza maisha yako binafsi na ya kifamilia. Mimi ni mke na nina watoto, lakini bado ninaweza kuendeleza taaluma yangu. Yote ni jinsi unavyoongoza na kupangilia Maisha yako. Unaweza kufanya chochote unachokusudia, amini, amini na amini.

Kauli ya Dhamira

Lengo la moduli hii ni kufundisha wanafunzi wa shule ya msingi (wenye umri wa takribani miaka 6–11) kuhusu mwanga kupitia majaribio yanayohusiana na kupinda na kusambaa kwa mawimbi ya mwanga (diffraction) na athari ya photoelectric, yakionyesha tabia ya mwanga kama wimbi na kama chembe.

Yaliyomo

1. Utangulizi Moduli za kujifunzia za WS2 ... 5
   - 1.1. Taarifa Kuhusu WS2 ... 5
   - 1.2. Msamiati Muhimu ... 5
   - 1.3. Maswali ya Msingi ... 6
   - 1.4. Lengo ... 6
2. Maelezo ya Msingi Kuhusu Mada Kuu ... 6
   - 2.1. Mwanga kama wimbi na chembe ... 6
   - 2.2. Orodha ya mahitaji ... 8
   - 2.3. Taarifa za usalama ... 9
3. Majaribio ... 9
   - 3.1. Sehemu ya Kwanza: Upinde wa Mvua ... 9
     - 3.1.1. Maswali kabla ya jaribio ... 9
     - 3.1.2. Nyenzo ... 10
     - 3.1.3. Utaratibu (fanya kwa makundi au Mwalimu aonyeshe) ... 10
     - 3.1.4. Maswali baada ya jaribio ... 10
   - 3.2. Sehemu ya Pili. Kuiga Athari ya Fotoelektriki ... 13
     - 3.2.1. Maswali kabla ya jaribio ... 13
     - 3.2.2. Nyenzo ... 13
     - 3.2.3. Utaratibu (fanya kwa vikundi vya wanafunzi 2-4) ... 13
     - 3.2.4. Matokeo ... 15

3.2.5. Maswali baada ya jaribio 15
4. Changamoto ya Ubunifu 16
4.1 Maswali ya ubunifu 17
4.2 Mchoro wa Ubunifu 18
5. Vyanzo 19

1. Utangulizi Moduli za kujifunzia za WS2

1.1. Taarifa Kuhusu WS2

Women Supporting Women in the Sciences (WS2), shirika la kimataifa linalowaunganisha na kuwaunga mkono wanawake walio katika vyuo vikuu na wanataaluma washirika katika sayansi, teknolojia, uhandisi, na hisabati (STEM), lilitunukiwa fedha na Mfuko wa Ubunifu wa American Physical Society (APS) mwaka 2020 ili kuunda timu za kimataifa kwa ajili ya kubuni na kusambaza moduli zenye miongozo ya kufanya majaribio ya fizikia na sayansi kwa kutumia malighafi za gharama nafuu kwa wanafunzi wa shule za msingi na sekondari, hususan Afrika Mashariki. Miongozo hiyo ya maabara ilitumia rasilimali zilizopo katika mazingira ya wanafunzi na vilijumuisha mada muhimu zinazohusiana sana na wasichana wadogo ili kuwachochea kuvutiwa na masomo ya Sayansi (Science), Teknolojia (Technology), Uhandisi (Engineering), na Hisabati (Mathematics) (STEM). Zoezi hili lilifanyika kuanzia mwaka 2020 hadi 2023, zaidi ya wanafunzi 5100 kutoka Afrika Mashariki katika zaidi ya shule 40 walishiriki kwenye majaribio kwa kutumia moduli zetu, ambapo 62% walikuwa wasichana.

WS2 ilitunukiwa tena ufadhili wa Ubunifu kutoka APS mwaka 2025 ili kuendeleza mpango mwingine wa wa kuandaa moduli kwa ajili ya majaribio ya kisayansi, ambapo safari hii mkazo uliwekwa kwenye mada za quantum. Kwa maelezo zaidi kuhusu WS2, tafadhali tembelea tovuti yetu: https://ws2global.org/

WS2 inafadhiliwa na APS Innovation Fund, APS Forum on Education, Kituo cha Utafiti wa Sayansi ya rasilimali vitu na Uhandisi cha Chuo Kikuu cha Northwestern, pamoja na Idara ya Masuala ya Kitamaduni ya Wanafunzi wa Chuo Kikuu cha Northwestern. WS2 inatoa shukrani za dhati kwa wahisani wa muda kwa walioshiriki kuandaa moduli hizi kwa juhudi zao kubwa na pia kwa washauri wetu (SciBridge na Projekt Inspire) kwa ushauri wao. WS2 pia inatambua na kushukuru PhysicsQuest (https://www.aps.org/initiatives/physics-education/physicsquest) na Quantum Explorations Student Toolbox (QuEST) kwa majaribio ya mfano yaliyotumika kama msingi wa maudhui ya moduli hii.

1.2. Msamiati Muhimu

- <u>Mwanga</u>: Aina ya nishati inayotuwezesha kuona (Jua ni chanzo muhimu cha mwanga!)
- <u>Fotoni</u>: Chembe ndogo sana ya mwanga

- Wimbi: Umbo la mwanga linalosafiri kama nishati likiwa limeundwa na chembe ndogo (fotoniki)
- Mwongozano ("Refraction"): Kupinda kwa mwanga unapopita kutoka kwenye kitu kimoja kwenda kingine (kama vile kutoka hewani kwenda majini)
- Athari ya fotoelektriki Tukio ambapo mwanga unapotua kwenye uso wa chuma, unasababisha chembe zenye chaji (elektroni) kutoka kwenye uso huo

1.3. Maswali ya Msingi

- Mwanga ni nini?

- Je, mwanga ni wimbi au chembe?

1.4. Lengo

Lengo la moduli hii ni kutambulisha dhana ya mwanga kupitia majaribio. Wanafunzi watafikiria kuhusu tabia ya mwanga kama wimbi kwa kuangalia mwanga unavyopinda (refraction) na unavvyosambaai (dispersion). Vilevile, mwongozo huu utawahimiza wanafunzi kufikiria kuhusu mwanga kama chembe kwa kutumia athari ya fotoelectric.

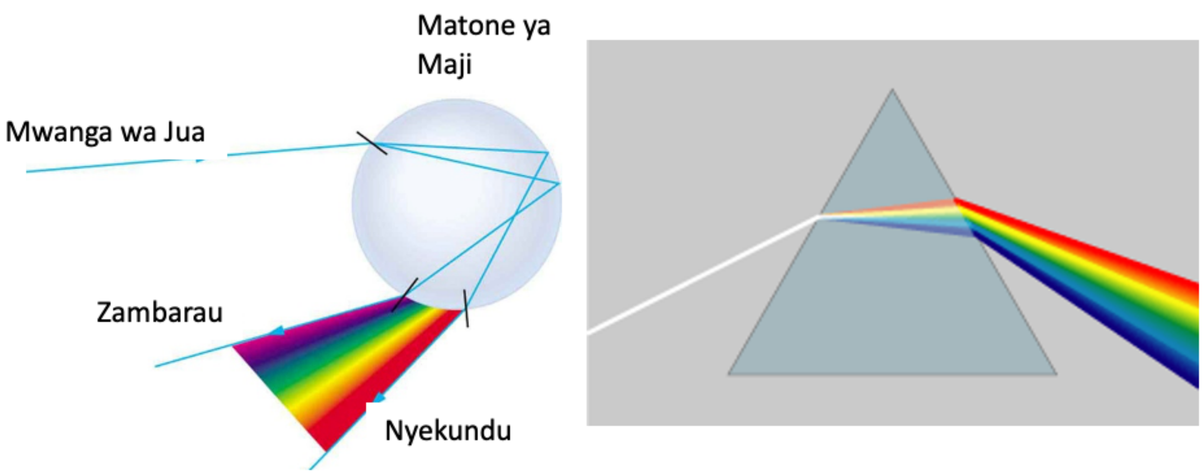
2. Maelezo ya Msingi Kuhusu Mada Kuu

2.1. Mwanga kama wimbi na chembe

Mwanga upo kila mahali karibu nasi. Unatoka kwenye Jua na huonekana unapowasha taa katika chumba chenye giza. Swali la msingi "mwanga ni nini?" limekuwa likiulizwa na wanasayansi kwa karne nyingi, na jibu lake si rahisi moja kwa moja. Mwanga ni aina ya nishati inayotusaidia kuona, na umetengenezwa na mawimbi ya urefu tofauti wa

mwanga. Mawimbi haya ya mwanga husafiri kupitia anga hadi kufika kwetu. Mawimbi ya mwanga ambayo binadamu wanaweza kuyaona huitwa mwanga unaoonekana. Rangi tunazoona kama nyekundu, machungwa na kijani zinatokana na mwanga unaoonekana.

Je, umewahi kujiuliza tunawezaje kuona rangi mbalimbali zilizomo kwenye mwanga wa Jua? Umewahi kuona upinde wa mvua? Upinde wa mvua hutokea mwanga unapopenya kwenye matone ya maji angani. Mabadiliko haya kutoka hewani kwenda majini na kurudi hewani husababisha mwanga kupinda — jambo hili linaitwa mwongozano. Kupinda huku kunatofautiana kidogo kwa kila rangi iliyomo kwenye mwanga wa jua, hivyo kusababisha kuonekana kwa mfululizo wa rangi au upinde wa mvua (tazama Mchoro 1). Unaweza pia kuona rangi hizi ukipitisha mwanga kwenye prisma ya kioo. Mwanga mweupe unaonekana kujigawa kuwa rangi tofauti unavyopitia kutoka hewani hadi kwenye kioo na kurudi hewani tena. Mwongozano huu unaonesha tabia ya mwanga kama wimbi.

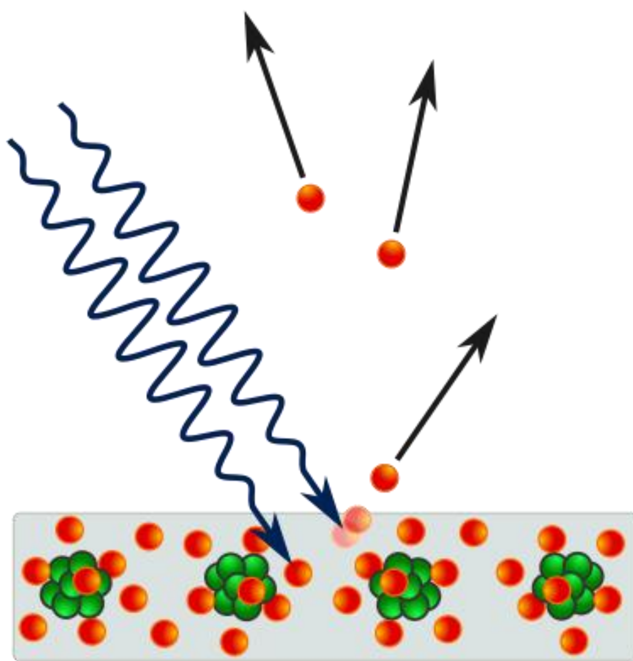


Mchoro 1. ***(Kushoto)*** **Mwongozano wa mwanga unapopita kwenye matone ya maji kutengeneza upinde wa mvua.** ***(Kulia)*** **Mwongozano wa mwanga unapopita kwenye prisma ya kioo kuonesha rangi zote. Picha hizi ni kwa hisani ya waandishi wasiojulikana chini ya leseni ya CC BY na CC BY-SA**
CC BY-SA

Mwanga unaweza pia kuelezewa kama mkusanyiko wa chembe ndogo sana zinazoitwa fotoniki. Wazo hili lilipendekezwa na Albert Einstein mwaka 1905. Unaweza kuona tabia ya mwanga kama chembe kupitia athari ya fotoelektriki ("photoelectric"), ambapo mwanga unapopenyezwa kwenye uso wa chuma husababisha chembe zenye chaji (zinazoitwa elektroni) kutoka kwenye uso huo (tazama Mchoro 2). Jambo la kuvutia ni kwamba tukio hili hutokea tu ikiwa mwanga una nguvu ya kutosha. Rangi ya mwanga inahusiana moja kwa moja na kiasi cha nishati kilichomo. Mwanga mwekundu una kiwango cha chini zaidi cha nishati, na wa zambarau una kiwango cha juu zaidi cha

nishati. Kiasi cha nishati kinachohitajika ili elektroni itoke kwenye uso wa chuma huitwa work function. Katika athari ya photoelectric, mwanga huelezewa vyema kama fotoni kwa sababu elektroni hutoka mara moja, na hutokea tu iwapo mwanga una nishati ya kutosha (haijalishi mwangaza ni mkali kiasi gani).

Sasa unaweza kuona kwamba mwanga unaweza kuelezewa kama wimbi au chembe, kulingana na jinsi unavyochunguzwa na kupimwa. Hili linajulikana kama dualism ya wimbi na chembe, maana yake mwanga unaweza kutenda kama wimbi na pia kama chembe. Zaidi ya hapo, mawimbi ya mwanga yanaweza kufikiriwa kama nishati ya mwanga inayosafiri ikiwa imeundwa na fotoni nyingi ndogo ndogo.



Mchoro 2. Katika athari ya photoelectric, fotoni (vikasha vya mwanga vinavyooneshwa kwa buluu) hugonga uso wa chuma na kusababisha kutolewa kwa elektroni (mduara mwekundu). Picha kwa hisani ya mwandishi asiyejulikana chini ya leseni ya CC BY-SA.

2.2. Orodha ya mahitaji

- Chupa ya kunyunyizia maji (spray bottle)
- Maji
- Rula au kipimo cha urefu (measuring tape)
- Karatasi ngumu (kama cardstock)

- Mirija ya plastiki (au vijiti vya mbao/vyuma)
- Kalamu za rangi (au penseli za rangi / rangi za kuchorea)
- Vipande vya marumaru (marbles)
- Soloteipu (gundi ya kukata)
- Mkasi

2.3. Taarifa za usalama

Kabla wanafunzi hawajaanza majaribio ya maabara, tafadhali zingatia tahadhari zifuatazo za usalama:

- Wanafunzi hawapaswi kamwe kutazama moja kwa moja kwenye Jua. Hili linaweza kusababisha uharibifu wa kudumu wa macho yao.
- Ikiwa mnautumia mwanga wa Jua kama chanzo cha mwanga, hakikisha wanafunzi wanatazama sehemu yenye mwanga ardhini au kwenye upeo wa macho, mbali na mwelekeo wa Jua.

3. Majaribio

3.1. Sehemu ya Kwanza: Upinde wa Mvua

3.1.1. *Maswali kabla ya jaribio*

1. Je, Mwanga una rangi?

2. Ni lini uliwahi kuona rangi ya mwanga?

3.1.2. *Nyenzo*

- Chupa ya kunyunyizia maji
- Maji

3.1.3. *Utaratibu (fanya kwa makundi au Mwalimu aonyeshe)*

1. Jaza chupa ya kunyunyizia kwa maji.
2. Tafuta sehemu ya nje yenye mwanga wa moja kwa moja kutoka Jua.
3. Nyunyiza maji mara kadhaa katika mwanga wa Jua na angalia kinachotokea unaponyunyiza.

3.1.4. *Maswali baada ya jaribio*

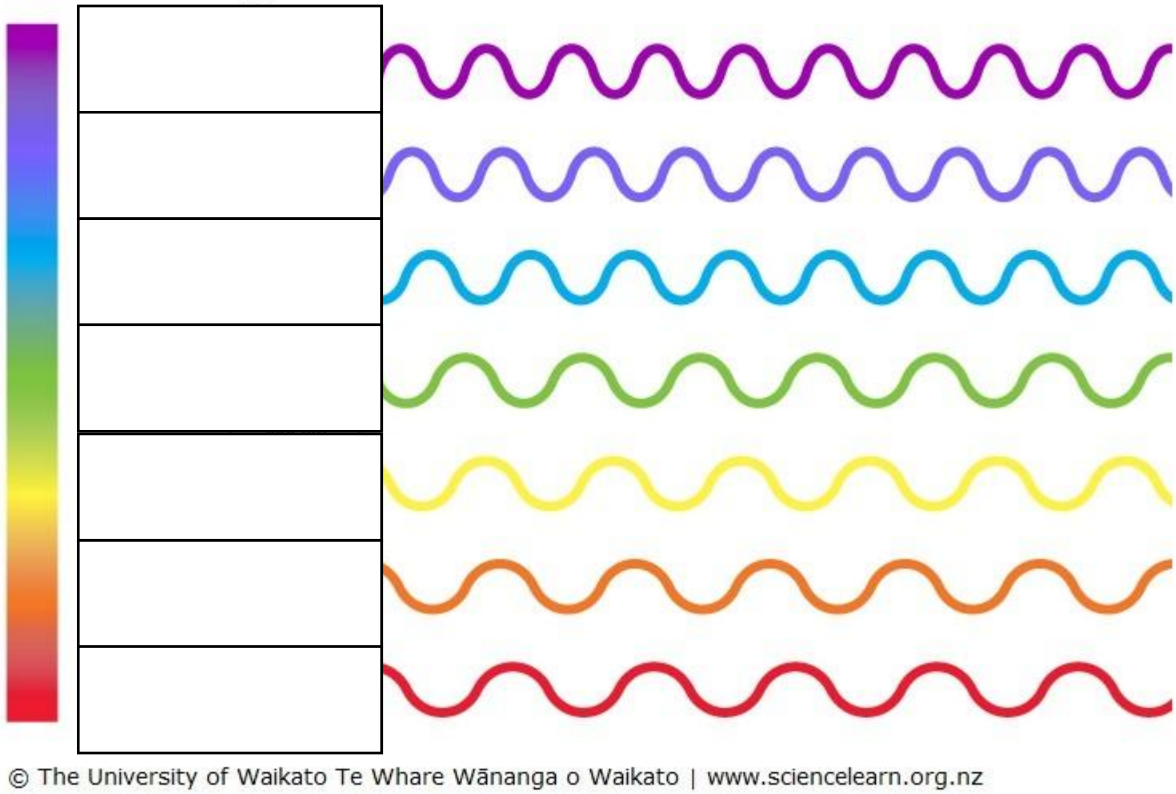
1. Maji yanaponyunyizwa chini ya mwanga wa Jua, unaona nini? Eleza ukitumia neno mwongozano au kupinda kwa mwanga.

2. Kama umeona rangi, ni rangi ngapi umeweza kuziona?

3. Toa mifano mingine ambapo unaweza kuona upinde wa mvua wa mwanga.

4. <u>Kiendelezi:</u> Rangi za mwanga ulizoziona katika upinde wa mvua zote zipo kwenye mwanga unaoonekana kutoka Jua. Rangi hizi saba mara nyingine hukumbukwa kwa kutumia herufi ROY G BIV Nyekundu (Red-R), Machungwa (Orange –O), Njano (Yellow –Y), Kijani (Green –G), Bluu (Blue-B), Samawati (Indigo-I) na Urujuani/zambarau (Violet –V). Rangi hizi huoneshwa kwenye mstari au mduara unaoitwa duara la rangi. Sasa kwa kuwa unazijua rangi saba za upinde wa mvua, jaribu kuziandika kwenye mstari wa rangi au duara hapa chini (katika visanduku vyeupe):

Chanzo: Pinterest



Chanzo: sciencelearn.org.nz

Kumbuka kuwa mwanga husafiri kwa mawimbi? Urefu wa wimbi la mwanga unaoonekana hutofautiana kulingana na rangi. Angalia jinsi wimbi jekundu linaonekana kuwa refu zaidi ukilinganisha na la zambarau? Rangi nyekundu ina wimbi refu zaidi, na ya zambarau lina wimbi fupi zaidi. Ukichanganya rangi zote kwenye mstari wa rangi, unapata mwanga mweupe. Mwanga wa Jua unajumuisha rangi zote za upinde wa mvua!!

3.2. Sehemu ya Pili. Kuiga Athari ya Fotoelektriki

3.2.1. *Maswali kabla ya jaribio*

1. Kumbuka athari ya photoelekritiki kutoka Sehemu ya 2. Unaifafanua vipi kazi ya chuma?

3.2.2. *Nyenzo*

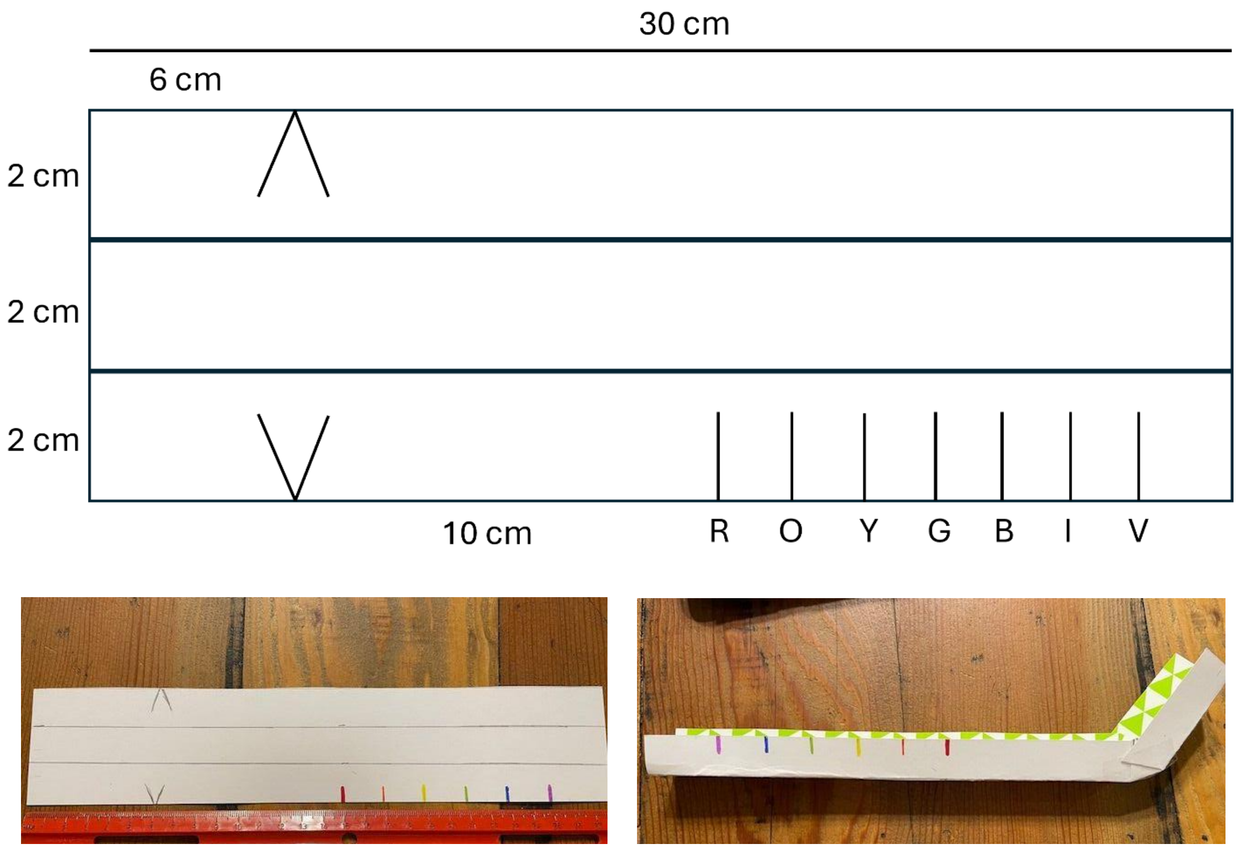
- Karatasi ngumu (cardstock paper)
- Mirija ya plastiki (au vijiti vya mbao/vyuma)
- Kalamu za rangi (au penseli za rangi/rangi za kuchorea)
- Vipande vya marumaru
- Mkasi
- soloteipu
- Tape

3.2.3. *Utaratibu (fanya kwa vikundi vya wanafunzi 2-4)*

1. Tengeneza mteremko (ramp) utakaoonesha mfano wa athari ya photoelectric (tazama Mchoro 3). (Huenda mwalimu wako atakuwa tayari ametengeneza mteremko huu kabla ya jaribio.)
    a. Chora mistari miwili katikati ya karatasi kwa penseli na kata umbo la "V" lenye urefu wa sentimita 6 kutoka mwisho wa karatasi.

b. Anza kuchora mistari ya rangi ukiwa umeanzia sentimita 10 kutoka sehemu ya "V", ukianzia na nyekundu (R), kisha endelea kila baada ya sentimita 3 kwa mpangilio: R, O, Y, G, B, I, V.
c. Pinda karatasi kwenye mistari ya katikati na kisha pinda sehemu za mwisho juu kwenye sehemu za "V", kisha bandika kwa teipu upande wa kulia na kushoto. Hii itaunda mteremko.
d. Tumia mirija au vijiti na teipu kutengeneza miguu ya kuushikilia mteremko wima.

2. Weka marumaru 1 chini ya mteremko.
3. Chukua marumaru ya pili, iweke kwenye mstari wa nyekundu (R) na uiache ishuke, hivyo kugongana na marumaru 1.
4. Rekodi ulichoona.
5. Rudia hatua ya 7 kwa kila mstari wa rangi nyingine.



Mchoro 3. (Juu) *Vipimo vya mteremko unaotakiwa kutengenezwa (haijachorwa kwa kipimo rasmi –).* (Chini kushoto) *Muonekano wa mteremko kabla ya kukatwa na kubandikwa.* (Chini kulia) *Muonekano wa mteremko baada ya kukamilika.*

3.2.4. *Matokeo*

Rangi	Maelezo ya uliyoyaona	Je marumaru 1 iliruka kutoka kwenye mteremko? (ndio/Hapana)
Nyekundu (Red-R)		
Machungwa (Orange –O)		
Njano (Yellow –Y)		
Kijani (Green –G)		
Bluu (Blue-B)		
Samawati (Indigo-I)		
Urujuani/zambarau (Violet –V)		

3.2.5. *Maswali baada ya jaribio*

1. Marumaru 1 iliruka kutoka kwenye mteremko ukiwa kwenye mstari upi wa rangi?

2. Ni nini hutokea kwa marumaru 1 unapotoa marumaru 2 kwenye “rangi” za juu zaidi kwenye mteremko? Je, urefu kwenye mteremko unahusianaje na nishati ya rangi?

3. Kutokana na uelewa wako wa athari ya photoelectric:
    a. Marumaru 1 inawakilisha nini?
    b. Marumaru 2 inawakilisha nini?
    c. Kuisogeza marumaru 2 juu zaidi kwenye mteremko kunawakilisha nini?

4. Changamoto ya Ubunifu

<u>Changamoto:</u> Buni kifaa au mashine inayotumia mwanga!

Tumejifunza kupitia majaribio yaliyopita kuwa mwanga unaweza kuelekezwa kama wimbi na pia kama chembe. Tunafahamu kutoka katika maisha yetu kuwa kuna vyanzo mbalimbali vya mwanga (kama vile Jua, balbu za mwanga, leza n.k.). Sasa ni wakati wa kufikiria jinsi mwanga unaweza kutumika kwenye kifaa au mashine kufanya kazi fulani muhimu au ya kuvutia.

4.1 Maswali ya ubunifu

1. Ni vyanzo gani vya mwanga ambavyo unaweza kutumia katika kifaa chako?

2. Je, yale uliyoyajifunza kuhusu mwanga kwenye kifaa hiki yanaweza kusaidiaje katika kifaa chako? Fikiria kuhusu mwongozano na athari ya photoelectric.

4.2 Mchoro wa Ubunifu

Chora kifaa ulichobuni hapa chini, ukielezea jinsi mwanga utakavyotumika katika kifaa hicho.

5. Vyanzo

http://phy.sites.mtu.edu/RETlessonplans/the-photoelectric-effect/

https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/photoelectric/latest/photoelectric.html?simulation=photoelectric

Zitzewitz, P. W.; Davids, M. (1999). *Glencoe physics: principles and problems.* Glencoe/McGraw Hill.