

# Fotoefektas

## Įvadas

### Gebėjimai

Mokiniai nagrinėdami korpuskulinę šviesos teoriją, suvokia fotoną kaip šviesos dalelę, o fotoefektą kaip reiškinį, kuris įrodo, kad šviesa yra dalelių srautas. Atlikdami bandymus su buitinėmis priemonėmis, aiškinasi šviesos reiškinius ir prietaisų pritaikymo realiame gyvenime atvejus.

Raktiniai žodžiai: fotoefektas, fotoefekto raudonoji riba, išlaisvinimo darbas, atspindys.

Užduotis skirta 9–10 klasių mokiniams dirbti pamokose ar namuose. Spręsdami užduotį mokiniai ugdomosi kūrybiškumą, mokosi eksperimentinių įgūdžių. Diskusijos metu reiktų siekti, kad mokiniai išsiaiškintų fotoefekto energijos tvermės dėsnį, prisimin-

tų saugų medžiagų naudojimo, eksperimento planavimo įgūdžius. Užduotis tiktų nagrinėjant šviesos reiškinius 10-oje klasėje. Užduotį galima skirstyti į kelias dalis.

### Užduoties plėtimo galimybės

Projektiniai darbai susiję su medžiagų Planko konstantos nustatymu, taip pat konstruojant elektros grandines.

### Atsakymai

Pateikiamos atsakymų gairės ir / ar galimų atsakymų pavyzdžiai.

## Užduotys

1. Kodėl pateiktame fotoelemente turi būti tuštuma (vakuumas)?

S. Kad išmušti iš medžiagos elektronai galėtų laisvai judėti.

2. Paaiškinkite, kuris elementas schemoje buvo keičiamas, norint gauti tokią priklausomybę?

S. Buvo keičiamas šviesos filtras, kad į fotoelementą atkeliautų skirtingo dažnio šviesa.

3. Nusakykite, kokią prasme turi taškas C grafike.

S. Galimi atsakymai: fotoefekto raudonoji riba; mažiausias dažnis, kuriam esant prasideda fotoefektas.

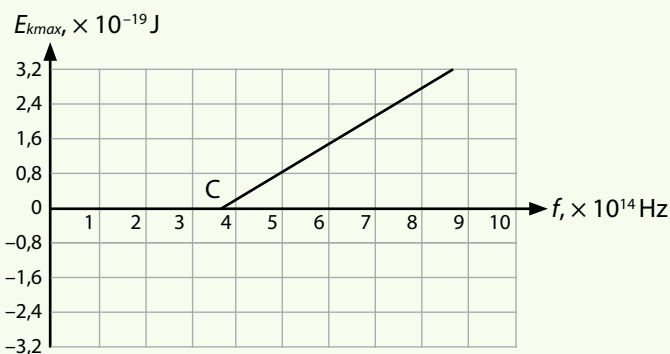
4.1. Grafike pateikta kinetinės energijos priklausomybė nuo šviesos dažnio yra tiesinė. Matematikoje tiesinė priklausomybė nusakoma lygtimi  $y = kx + b$ . Paaiškinkite, kaip iš grafiko, naudojant fotoefekto lygtį  $hf = A_{i\bar{s}} + E_{k\bar{e}}$ , nustatyti elektrono išlaisvinimo iš medžiagos darbą. Pateikite du būdus, kaip tai padaryti.

S.  $A = hf_{\min} = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3,7 \cdot 10^{14} = 2,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

## Fotoefektas

4.2.

Grafike pateikta kinetinės energijos priklausomybė nuo šviesos dažnio yra tiesinė. Matematikoje tiesinė priklausomybė nusakoma lygtimi  $y = kx + b$ . Paaiškinkite, kaip iš grafiko, naudojant fotoefekto lygtį  $hf = A_{i\bar{s}} + E_{k\bar{e}}$ , nustatyti elektrono išlaisvinimo iš medžiagos darbą. Pateikite du būdus, kaip tai padaryti.



S. Galima pratęsti grafiką. Ten, kur grafikas kerta kinetinės energijos ašį, ir bus išlaisvinimo darbas.

Čia yra tiesinė priklausomybė (kuri matematikoje paprastai užrašoma  $y = kx + b$ ).

$E_k = hf - A_{i\bar{s}}$ , b narys atitinka išlaisvinimo darbą  $2,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

5.

Iš grafiko buvo apskaičiuota  $tga$  reikšmė. Remdamiesi 4 klausime pateikta informacija, nustatykite, kuriam fizikiniam dydžiui iš fotoefekto lygties lygi ši reikšmė? Apskaičiuokite jo reikšmę.

S. Palyginę dvi lygtis:

$y = kx + b$  ir  $E_k = hf - A_{i\bar{s}}$  matome, kad krypties koeficientas atitinka Planko konstantą. Taip pat iš matematikos žinome, kad krypties koeficientas  $k = tga = h$ .

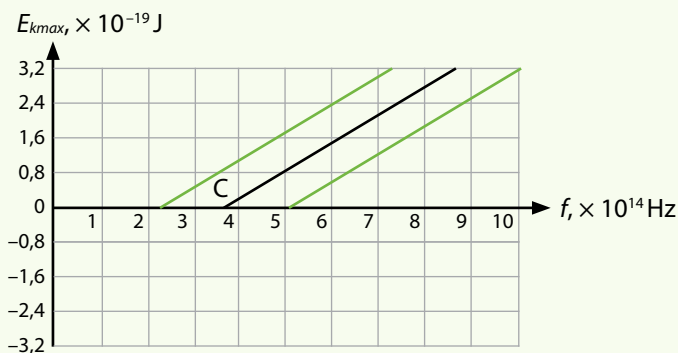
Mokinys pasirenka dvi apytikres vertes ir suskaičiuoja Planko konstantą.

Galima kalbėti apie paklaidą, kodėl negauname tikslios Planko konstantos.

6.

Nubrėžkite numanomą priklausomybę, jei būtų naudojamas iš kitos medžiagos pagamintas fotoelementas. Paaiškinkite.

S. Galima brėžti:



Paaiškinimas: mažiausias dažnis, nuo kurio prasideda fotoefektas, yra savitas dydis medžiagai. Taigi C taškas gali būti ir kairėje, ir dešinėje. Pagal formulę  $E_k = hf - A_{i\bar{s}}$  krypties koeficientas (Planko konstanta) nekinta.

## Fotoefektas

7.1.1. Paaiškinkite šitos signalizacijos veikimo principą.

**S.** Kai šviečia žibintuvėlis, elektros srovė perteka per elektromagnetą, kuris pritraukdamas išjungia jungiklį. Kai žibintuvėlis įsijungia, šviesa nebekrinta į metalinę plokštelę – nevyksta fotoefektas, elektros srovė neteka – spyruoklė pritraukia jungiklį – skamba skambutis.

7.1.2. Kodėl šviesos jutiklyje naudojama metalinė plokštelė?

**S.** Iš metalų lengva išmušti elektronus. Atkreipti dėmesį, kad išmušami išorinio sluoksnio elektronai.

7.1.3. Nurodykite 2–3 priežastis, dėl kurių gali kilti netikras pavojaus signalas.

**S.** Netikras pavojaus signalas gali kilti dėl dulkių, naminių gyvūnų, žibintuvėlio baterijos išnaudojimo ir kt.

7.1.4. Paaiškinkite, kodėl ši signalizacija nėra itin efektyvi.

**S.** Neefektyvi dėl to, kad žibintuvėlis skleidžia matomą šviesą, todėl galima tiesiog ją peržengti.

7.1.5. Pasiūlykite, ką galima patobulinti, kad ši signalizacija būtų efektyvesnė.

**S.** Mokinys logiškai paaiškina, kaip galima pagerinti signalizaciją, pavyzdžiui, naudoti infraraudonąją šviesą, skleisti keletą spindulių ir kt.

7.1.6. Siekdami, kad signalizacija veiktų gerai, mokiniai turi parinkti tinkamos įtampos elektros šaltinį. Paaiškinkite, kaip veiks signalizacija, jei elektros šaltinis bus per mažos įtampos?

**S.** Jei šaltinis bus per mažos įtampos, neveiks elektromagnetas – nepritrauks jungiklio – visada skambės garsinė signalizacija.

7.1.7. Norėdami išbandyti šią signalizaciją, mokiniai sujungė elektros grandinę. Mokiniai pastebėjo, kad garsinė signalizacija veikia išties, nors prijungtas elektros šaltinis yra tinkamos įtampos. Paaiškinkite, kodėl taip nutiko. Ką reikia padaryti, kad veiktų signalizacijos prototipas.

**S.** Netinkamai prijungtas elektros šaltinis, neteka elektros srovė. Reikia apkeisti šaltinio polius.

7.2.1. Norėdami išbandyti šią signalizaciją, mokiniai sujungė elektros grandinę:

**S.** a) Šviesa eidama pro dūmus išsklaidoma ar sugerama, todėl į jutiklį patenka mažiau šviesos. Sumažėjus šviesaus srautui, suveikia garsinis signalas;  
b) Šviesa eidama pro dūmus išsklaidoma, tik todėl gali patekti į jutiklį, ir tuomet pasigirsta garsinis signalas.

## Fotoefektas

7.2.2. Kuris dūmų jutiklis efektyvesnis? Kodėl?

**S.** Galimas aiškinimas, kodėl a efektyvesnis: efektyvesnis a, nes jutiklis suveikia tik tada, kai patenka dūmų išsklaidyti spinduliai.

Galimas aiškinimas, kodėl b efektyvesnis: b atveju spinduliai patenka į jutiklį visada ir fiksuojamas kad ir nedidelis šviesos srauto sumažėjimas.

7.2.3. Paveiksle nurodyta, kur galima kabinti dūmų jutiklį, o kur ne.

Paaškindite, kodėl negalima montuoti dūmų jutiklio lubų ir sienų sandūroje.

**S.** Sienų sandūroje negalima montuoti, nes ten praktiškai nevyksta difuzija (oras nesimaišo), todėl ten dūmai patenka vėliau. Gali būti pateikti ir kiti paaiškinimai.

7.2.4. Nurodykite 1–2 vietas namuose, kuriose nerekomenduojama montuoti dūmų jutiklių ir paaiškinkite kodėl.

**S.** Nerekomenduojama virtuvėje, nes ten yra vandens garų, kuriems patekus į jutiklį, kils netikras pavojaus signalas. Nerekomenduojama patalpose, kur daug dulkių, kurioms patekus, irgi kils netikras pavojaus signalas. Be to, dulės užters jutiklį. (Galima kalbėti apie tai, kad kartą per mėnesį reikėtų nuvalyti / išsiurbti dulkes.)

7.3.1. Parašykite 2–3 patarimus, kaip parinkti vietą, kurioje turėtų būti montuojama fotorelė.

**S.** Pateikiami galimi variantai: kad neužstotų pastatai, medžiai; jei bus arti žemės, gali apdulkėti ir kt. Galima padiskutuoti, kokią įtaką žiemą darys sniegas (žiemą į arti žemės sumontuotą relę pateks atsispindėjusių nuo sniego saulės spindulių ir šviesa, todėl ryte lempos užges per anksti, o vakare vėliau įsijungs).

7.3.2. Pasiūlykite fotorelės montavimo būdą, kad gatvių apšvietimas ryte vėliau išsijungtų, o vakare vėliau įsijungtų?

**S.** Reikia montuoti vakarinėje pastato pusėje, kad patektų vakariniai saulės spinduliai.