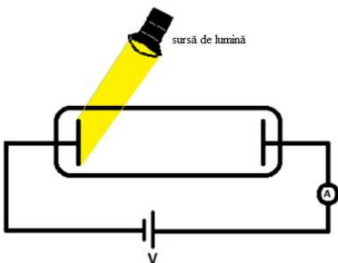


|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Itemul: 1<sup>1</sup></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Competența evaluată: 1.1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Indicatorul de performanță asociat: i.2.1.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Domeniu cognitiv: aplicare</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p><b>Conținut:</b></p> <p><b>Care din următoarele afirmații, despre efectul fotoelectric și ceea ce se întâmplă când un foton se ciocnește cu un electron, este adevărată?</b></p> <p>a. Fotonul transferă o parte din energia lui electronului. Dacă energia absorbită de electron este mai mare decât lucrul mecanic de extracție, efectul fotoelectric se produce.</p> <p>b. Fotonul transferă o parte din energie electronului, apoi își schimbă direcția și se ciocnește de un alt electron. Atâta timp cât energia fotonului este mai mare decât lucrul mecanic de extracție, la fiecare ciocnire foton-electron este emis un electron.</p> <p>c. Fotonul transferă toată energia lui electronului. Dacă energia fotonului este mai mare decât lucrul mecanic de extracție, atunci efectul fotoelectric se produce.</p> <p>d. Fotonul transferă toată energia lui electronului. Dacă energia fotonului este mai mare decât lucrul mecanic de extracție, electronul este emis și ciocnește în timpul deplasării sale alți electroni. Atâta timp cât energia cinetică a electronului este mai mare decât lucrul mecanic de extracție acesta poate produce emisia altor electroni din catod.</p>                                              |
| <b>Răspuns corect: c</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>a.</b> Dacă elevul alege această variantă cel mai probabil știe că un foton interacționează cu un singur electron care poate părăsi catodul dacă primește o energie mai mare sau egală cu lucrul mecanic de extracție. Are, însă, o înțelegere greșită a interacțiunii foton-electron considerând că fotonul poate ceda electronului doar o parte din energia sa.</p> <p><b>b.</b> Dacă elevul alege această variantă cel mai probabil are o înțelegere greșită asupra întregului fenomen. Deși cunoaște faptul că un electron este extras din catod dacă primește o energie cel puțin egală cu lucrul mecanic de extracție, consideră că un foton poate ciocni, pe rând, mai mulți electroni, transferând la fiecare ciocnire o parte din energia sa.</p> <p><b>d.</b> Dacă elevul alege această variantă cel mai probabil știe că un foton interacționează cu un singur electron care poate părăsi catodul dacă primește o energie mai mare sau egală cu lucrul mecanic de extracție. Are, însă, o înțelegere greșită asupra fenomenului considerând că electronul emis în urma interacțiunii foton-electron poate ciocni alți electroni transferând la fiecare ciocnire o parte din energia sa, producând astfel efect fotoelectric.</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Itemul: 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Competența evaluată: 1.1.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Indicatorul de performanță asociat: i.2.1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Domeniu cognitiv: aplicare</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p><b>Conținut:</b></p> <p><b>Efectul fotoelectric se produce:</b></p> <p>a. pentru orice intensitate a luminii cu frecvență mai mare decât o frecvență de prag.</p> <p>b. pentru orice frecvență a luminii cu o intensitate mai mare decât o intensitate de prag</p> <p>c. doar pentru o intensitate a luminii suficient de mare și a cărei frecvență este mai mare decât frecvența de prag</p> |

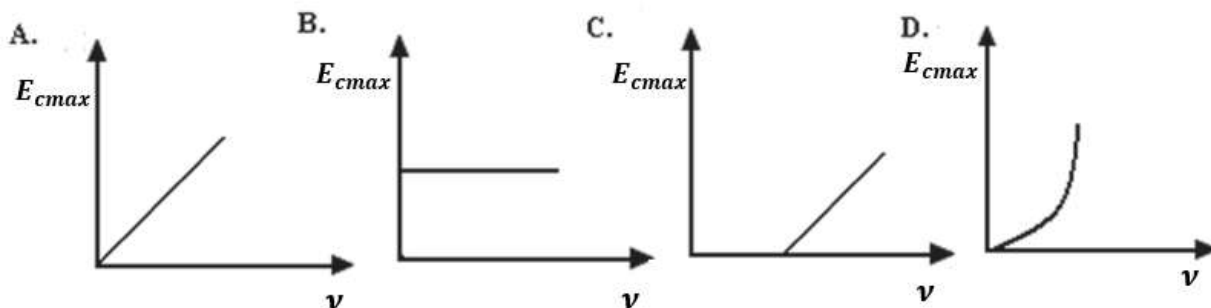
<sup>1</sup> Exemplele de itemi sunt o adaptare după itemii unui test standardizat (Onder, 2016)

|                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| d. doar pentru o frecvență a luminii suficient de mare și a cărei intensitate este mai mare decât o intensitate de prag                                                                                                                      |
| <b>Răspuns corect: a</b>                                                                                                                                                                                                                     |
| b. Dacă elevul alege această variantă cel mai probabil știe că efectul fotoelectric este un fenomen de prag, dar confundă frecvența cu intensitatea luminii.                                                                                 |
| c. Dacă elevul alege această variantă cel mai probabil cunoaște condiția de prag pentru efectul fotoelectric, dar face confuzii între intensitatea luminii și energia acesteia.                                                              |
| d. Dacă elevul alege această variantă cel mai probabil știe că efectul fotoelectric este un fenomen de prag, și că nu se produce pentru orice frecvență, dar nu cunoaște semnificația fizică a mărimilor intensitate și frecvență a luminii. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Itemul: 3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Competența evaluată: 4.2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Indicatorul de performanță asociat: i.1.4.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Domeniu cognitiv: aplicare</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p><b>Conținut:</b><br/> <b>În circuitul prezentat în figura de mai jos, chiar dacă placa este iluminată, curentul măsurat de ampermetru este zero. Care ar putea fi cauza acestei situații?</b></p>  <p>a. Tensiunea sursei de curent nu este suficient de mare pentru a produce curent.<br/> b. Lucrul mecanic de extracție din catodul metalic nu este suficient de mare ca să accelereze electronii.<br/> c. Intensitatea luminii nu este suficient de mare pentru a emite electroni.<br/> d. Energia luminii nu este suficient de mare pentru a emite electroni.</p> |
| <b>Răspuns corect: d</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| a. Dacă elevul alege această variantă cel mai probabil are o înțelegere greșită asupra fenomenului considerând că producerea curentului fotoelectric este datorată sursei de curent                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| b. Dacă elevul alege această variantă cel mai probabil are o înțelegere greșită asupra fenomenului confundând energia fotonului incident cu lucrul mecanic de extracție                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| c. Dacă elevul alege această variantă cel mai probabil are o înțelegere greșită asupra fenomenului confundând energia fotonilor incidenți cu intensitatea luminii incidente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                                   |
|---------------------------------------------------|
| <b>Itemul 4:</b>                                  |
| <b>Competența evaluată: 3.3</b>                   |
| <b>Indicatorul de performanță asociat: i.2.8.</b> |
| <b>Domeniu cognitiv: cunoaștere</b>               |
| <b>Conținut:</b>                                  |

Care din următoarele grafice prezintă corect relația dintre energia cinetică a fotoelectronilor extrași și frecvența luminii incidente?



**Răspuns corect: c**

a. Dacă elevul alege această variantă cel mai probabil cunoaște dependența liniară dintre energia cinetică a fotoelectronilor emiși și frecvența radiației incidente, dar nu cunoaște faptul că efectul este unul de prag.

b. Dacă elevul alege această variantă cel mai probabil consideră că energia cinetică a fotoelectronilor emiși nu depinde de frecvența radiației incidente.

d. Dacă elevul alege această variantă cel mai probabil consideră că energia cinetică a fotoelectronilor emiși depinde de frecvența radiației incidente după o funcție pătratică și nu cunoaște nici faptul că efectul este unul de prag.

#### Itemul 5:

**Competența evaluată:** 4.2

**Indicatorul de performanță asociat:** i.1.4

**Domeniu cognitiv:** aplicare

**Conținut:**

**În acord cu datele prezentate în tabelul de mai jos, care afirmație este adevărată?**

| Fotocelula | Lucrul mecanic de extracție din metal (eV) | Energia cinetică a fotoelectronilor (eV) |
|------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|
| A          | 1,2                                        | 1,8                                      |
| B          | 2,4                                        | 0,8                                      |

a. Energia luminii care iluminează fotocelula A este mai mare decât a energiei luminii care iluminează fotocelula B

b. Energia luminii care iluminează fotocelula B este mai mare decât a energiei luminii care iluminează fotocelula A

c. Intensitatea luminii care iluminează fotocelula A este mai mare decât intensitatea luminii care iluminează fotocelula B

d. Intensitatea luminii care iluminează fotocelula B este mai mare decât intensitatea luminii care iluminează fotocelula A

**Răspuns corect: b**

a. Dacă elevul alege această variantă cel mai probabil consideră că energia cinetică a fotoelectronilor este direct proporțională cu energia fotonului incident și cel mai probabil nu poate explica efectul fotoelectric (pe baza ecuației lui Einstein)

c. Dacă elevul alege această variantă cel mai probabil consideră că energia cinetică a fotoelectronilor este direct proporțională cu intensitatea luminii

d. Dacă elevul alege această variantă cel mai probabil confundă intensitatea luminii cu energia fotonilor incidenți sau consideră că intensitatea luminii este direct proporțională cu lucrul mecanic de extracție.

**Itemul 6:**

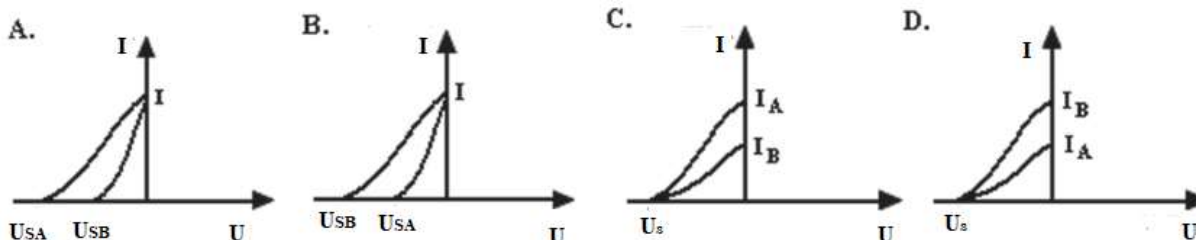
**Competența evaluată:** 3.3

**Indicatorul de performanță asociat:** i.2.8.

**Domeniu cognitiv:** raționament

**Conținut:**

Fotocelulele A și B sunt iluminate cu lumină monocromatică având aceeași energie și intensitate. Dacă lucrul mecanic de extracție al fotocelulei A este mai mare decât al fotocelulei B care din următoarele grafice este cel corect?



**Răspuns corect:** b

a. Dacă elevul alege această variantă cel mai probabil consideră că între lucrul mecanic de extracție și tensiunea de stopare este o relație de directă proporționalitate (nu știe relația lui Einstein), totuși știe că intensitatea de saturație este aceeași când intensitatea luminii este constantă.

c. Dacă elevul alege această variantă cel mai probabil nu știe relația Einstein și consideră că tensiunea de stopare depinde doar de energia fotonului incident și/sau de intensitatea luminii incidente. De asemenea nu cunoaște faptul că intensitatea curentului de saturație depinde doar de intensitatea radiației incidente, considerând că există o relație de directă proporționalitate între lucrul mecanic de extracție și intensitatea curentului fotoelectric de saturație.

d. Dacă elevul alege această variantă cel mai probabil nu știe relația Einstein și consideră că tensiunea de stopare depinde doar de energia fotonului incident și/sau de intensitatea luminii incidente. De asemenea nu cunoaște faptul că intensitatea curentului de saturație depinde doar de intensitatea radiației incidente, considerând că există o relație de inversă proporționalitate între lucrul mecanic de extracție și intensitatea curentului fotoelectric de saturație.