

1. A XIX. században a csillagászok a csillagok fényének tanulmányozásakor meglepődve tapasztalták, hogy a színekben jellegzetes elrendeződésű vonalak láthatók. Ennek első magyarázatát a Bohr-féle atommodell adta meg. A Bohr-modell alapján magyarázza meg, hogyan keletkeznek a vonalas színeképek!
(18 pont)
(2005. május)

Megoldás:

A teljes pontszám eléréséhez a következő gondolatok kifejtése szükséges:

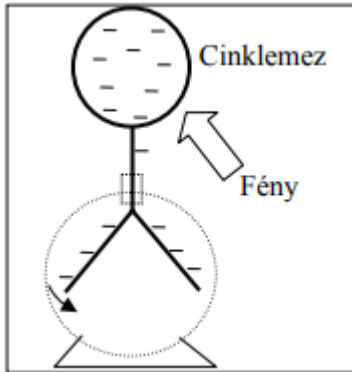
- az elektronok csak meghatározott sugarú pályákon keringhetnek *4 pont*
 - ezekhez a pályákhoz meghatározott energiaszintek tartoznak (főkvantumszám értelmezése is elfogadható) *4 pont*
 - egyik pályáról a másikra csak meghatározott nagyságú energiafelvétellel, ill. -leadással kerülhetnek *5 pont*
 - meghatározott energiakülönbség meghatározott frekvenciájú sugárzás kibocsátását jelenti (Planck-formula is elfogadható) *5 pont*
- (Mind az elnyelési, mind a kibocsátási színeképek magyarázata elfogadható.)
(Minden pontszám bontható.)

Összesen **18 pont**

2. A következő kísérletet végezzük: egy elektroszkóphoz cinklemez csatlakoztatunk, majd elektroszkópot és a cinklemez negatív többlettöltéssel feltöltjük. (A kísérletet száraz levegőjű teremben végezzük, így a rendszer töltésvesztése kicsiny, az elektroszkóp gyakorlatilag állandó töltést jelez.) Ezután a cinklemez erős, ultraibolya fényt is kibocsátó fényforrással világítjuk meg. Ekkor az elektroszkóp mutatójának kitérése csökkenni kezd, jelezve a rendszer többlettöltésének csökkenését. Ha a megvilágító fény erősségét növeljük, akkor a töltésvesztés üteme felgyorsul.

a) Miért jön létre a töltésvesztés?

b) Miért gyorsul fel a töltésvesztés, ha a megvilágító fény erősségét növeljük?



(2007. május id.)

Megoldás:

a) *A fényelektromos jelenség (fotoeffektus) megnevezése:*

4 pont

A jelenség lényegének megfogalmazása:

4 pont

A megvilágító UV fény fotonjainak hatására a cinklemezről elektronok léptek ki.

Az elektronmennyiség csökkenésének értelmezése:

5 pont
(bontható)

Negatív töltésű fémlemez esetén a kilépő elektronokat a lemez elektromosan eltaszítja, ezért ezek véglegesen eltávoznak a lemezről. Mivel a távozó elektronok negatív töltést visznek magukkal, a lemez és az elektroszkóp negatív többlettöltése csökken, az elektroszkóp csökkenő töltést mutat.

b) *A töltésvesztés gyorsulásának magyarázata:*

Ha erősebb megvilágító fényt alkalmazunk, akkor azonos idő alatt a lemezre több foton érkezik. Több foton természetesen több elektront léptet ki a lemezről, ezért a töltésvesztés felgyorsul.

5 pont
(bontható)

Összesen

18 pont

3. Részlet a szegedi szuperlézerek otthonának, az ELI-ALPS-nak a bemutatkozásából: „A Szegeden megépült ELI Attoszekundumos (10-18 s) Fényimpulzus Forrás (ELI-ALPS) kutatási nagyberendezés elsődleges küldetése az, hogy ultrarövid impulzusokat szolgáltató fényforrások széles skáláját (...) tegye hozzáférhetővé a nemzetközi tudományos közösség különböző felhasználói csoportjai számára. A létesítmény küldetésének másik fő eleme a nagy csúcsintenzitású és nagy átlagteljesítményű lézerek tudományos és technológiai fejlesztésének elősegítése.” A honlap szintén ismerteti az öt elsődleges lézer legfontosabb (leendő) paramétereit. Jellemzőinek egy részét az alábbi táblázatban foglaltuk össze:

Lézer neve	Ismétlési frekvencia:	Impulzusenergia:	Impulzusidőtartam:	Fényteljesítmény:
Nagy ismétlési frekvenciájú lézer (HR)	10^5 Hz	$5 \cdot 10^{-3}$ J	$6 \cdot 10^{-15}$ s	$8,3 \cdot 10^{11}$ W
Terahertz pumpalézer (TP)	10^2 Hz	1 J	$5 \cdot 10^{-13}$ s	
Nagyintenzitású lézer (HF)	10 Hz		10^{-14} s	$2 \cdot 10^{15}$ W
Közép-infravörös lézer (MIR)	10^4 Hz	10^{-2} J	kétszeres periódusidő	

A táblázat oszlopaiban a következő adatok vannak feltüntetve: az egyes berendezések által szolgáltatott lézerimpulzus (nagyon rövid ideig tartó lézersugárzás) időtartama, valamint egy impulzus energiája. Fel van tüntetve továbbá az ismétlési frekvencia, tehát az, hogy a berendezés milyen gyakorisággal bocsátja ki magából a lézerimpulzusokat, és az is, hogy egyetlen fényimpulzus nagyon rövid ideje alatt mekkora fényteljesítményt ér el. A tájékoztatás azonban nem teljes körű, bizonyos adatok hiányoznak. Továbbá a MIR lézer egy impulzusának időtartamát a lézersugarat alkotó fényhullám periódusidejével adták meg. A fénysebesség: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

- Adja meg a táblázat 2-3. sorából hiányzó adatokat!
 - Mekkora a HR lézer egy lézerimpulzusának térbeli hossza, ha az impulzus fénysebességgel terjed?
 - Tegyük fel, hogy a negyedik sorban található MIR lézer fényének hullámhossza vákuumban 6 mikrométer. Mekkora az impulzus időtartama és a fényteljesítménye?
 - Melyik lézer bocsátja ki másodpercenként a legkevesebb impulzust és hányat? e) Melyik lézernek a legnagyobb az impulzusenergiája?
 - Mekkora a HR lézer átlagteljesítménye, azaz mennyi energiát bocsát ki egy másodperc alatt lézerimpulzusok formájában?
- (2021. május id.)

Megoldás: (20 pont)

- a) A 2-3. sorból hiányzó két adat meghatározása:

5 pont
(bontható)

A lézertimpulzus fényteljesítményét az impulzusenergia és az impulzus időtartamának hányadosaként kapjuk:

$$P = \frac{E}{T} \text{ (2 pont), aminek segítségével:}$$

Terahertz pumpalézer fényteljesítmény: $2 \cdot 10^{12}$ W (1 pont).

HF impulzusenergia: $E = P \cdot T = 20$ J (rendezés + számítás, 1 + 1 pont).

(Amennyiben a vizsgázó mindkét adatot helyesen határozza meg, képletek hiányában is teljes pont jár.)

- b) A HR lézer térbeli impulzushosszának meghatározása:

3 pont
(bontható)

$$d = c \cdot t \rightarrow d = 6 \cdot 10^{-15} \text{ s} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

(képlet + behelyettesítés + számítás, 1 + 1 + 1 pont).

- c) A MIR lézer kérdéses paramétereinek meghatározása:

4 pont
(bontható)

Mivel $T = 2 \cdot \lambda / c = 4 \cdot 10^{-14}$ s (képlet + behelyettesítés + számítás, 1 + 1 + 1 pont),

így $P = 2,5 \cdot 10^{11}$ W (1 pont).

- d) A legkisebb ismétlési frekvenciájú lézer megnevezése és a másodpercenkénti impulzusszám meghatározása:

2 pont
(bontható)

A HF lézer (1 pont) másodpercenként 10 impulzust (1 pont) bocsát ki.

- e) A legnagyobb impulzusenergiájú lézer megnevezése:

1 pont

A HF lézer.

- f) A HR lézer átlagteljesítményének meghatározása:

5 pont
(bontható)

Mivel az átlagteljesítmény egyenlő a másodpercenként kibocsátott energiával:

$$P_{\text{átlag}} = f \cdot E_{\text{impulzus}} = 10^5 \text{ Hz} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ J} = 500 \text{ W}$$

(képlet + behelyettesítés + számítás: 3 + 1 + 1 pont).

Összesen: 20 pont