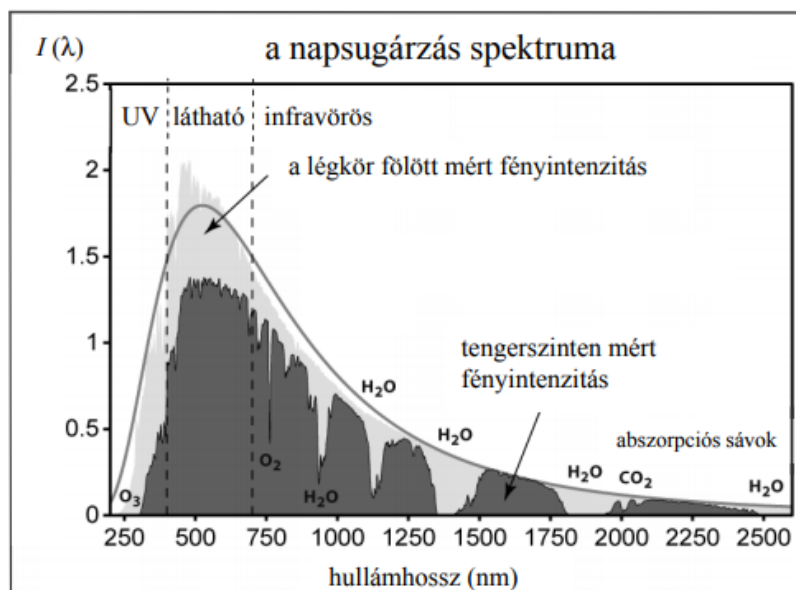


1. A mellékelt grafikon a Nap sugárzási spektrumát ábrázolja. A vízszintes tengelyen a sugárzás hullámhossza látható, a függőleges tengelyen feltüntetett $I(\lambda)$ mennyiség pedig azt írja le, hogy a sugárzásra merőleges, 1 m^2 -nyi felületre másodpercenként mekkora energiát szállít a sugárzás $[\lambda, (\lambda+1) \text{ nm}]$ hullámhossztartományba eső összetevője. A világosabb rész a légkör felett, az űr határán mért adatokat, a sötétebb pedig a Föld felszínén, napos időben mért adatokat ábrázolja. (A vékony sötétszürke vonallal jelölt görbe a Planck-féle sugárzási törvény által jósolt elméleti várakozást mutatja.) Az ábráról leolvasható például, hogy a légkör felső határán az 1 m^2 -nyi felületre beérkező sugárzás 500 nm és 501 nm hullámhosszak közé eső összetevője közelítőleg 2 W teljesítményt szállít. Az alábbi táblázat a nevezetes elektromágneses sugárzástípusokhoz tartozó frekvenciatartományokat mutatja. Az ábra és a táblázat segítségével válaszoljon az alábbi kérdésekre!

- A sugárzás Föld felszínén mért erőssége minden hullámhossz esetén kisebb, mint a légkör tetején mért érték. Miért van ez?
- Hogyan lehet, hogy bizonyos hullámhossztartományokban a napsugárzásnak csupán töredéke éri el a Föld felszínét, míg más tartományokban sokkal kisebb a csökkenés? Milyen anyagok felelősek ezért a grafikon szerint?
- Körülbelül milyen frekvenciájú sugárzást nyel el jól a szén-dioxid molekula? Melyik nevezetes frekvenciatartományba esik ez a sugárzás?
- Körülbelül milyen frekvenciájú sugárzástól védi meg a földfelszín az ózonmolekula (O_3)? Melyik nevezetes frekvenciatartományba esik ez a sugárzás?



Sugárzástípus:	Frekvenciatartomány:
Távoli infravörös	300 GHz–3 THz
Infravörös	3 THz–30 THz
Közeli infravörös	30 THz–0,4 PHz
Látható fény	0,4 PHz–0,8 PHz
Ultraibolya	0,8 PHz–3 PHz

(2015. május id.)

Megoldás:

- a) *Annak magyarázata, hogy miért éri el kevesebb sugárzás a Föld felszínét, mint amennyi a légkör felső részét:*

**4 pont
(bontható)**

Mert a légkör alkotórészei a beeső napsugárzás egy részét elnyelik (2 pont), illetve visszaverik (2 pont).

- b) *Annak megfogalmazása, hogy a légkör alkotórészeinek elnyelése nem egyenletes:*

4 pont

Bármilyen helyes megfogalmazás elfogadható, pl. a különféle anyagok elnyelése különböző hullámhosszak esetén nem egyenletes, vagy pl. a különféle anyagok elnyelése bizonyos sávokban sokkal erősebb stb.

A grafikonon feltüntetett, az abszorpcióért felelős anyagok felsorolása:

**4 pont
(bontható)**

O₂, O₃, H₂O, CO₂ (1 + 1 + 1 + 1 pont). Csak a grafikonon feltüntetett anyagokért jár pont.

- c) *A szén-dioxid molekula abszorpciós frekvenciájának megadása:*

**4 pont
(bontható)**

Az ábra szerint a szén-dioxid a ~2000 nm hullámhosszú (1 pont) sugárzást nyeli el leginkább.

Ennek frekvenciája $f = \frac{c}{\lambda} = 1,5 \cdot 10^{14} \frac{1}{s} = 150 \text{ THz}$ (képlet + számítás: 1 + 1 pont),

ami a táblázat szerint a közeli infravörös tartományba esik (1 pont).
(Pusztán az infravörös tartományért nem jár pont!)

- d) *Az ózonmolekula abszorpciós frekvenciájának megadása:*

**4 pont
(bontható)**

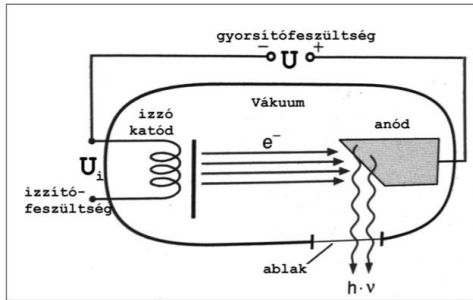
Az ábra szerint az ózon a 250 nm–300 nm hullámterületen (1 pont) nyeli el a sugárzást. (A 250 nm körül vagy 300 nm körül is elfogadható válasz.)

Ennek frekvenciája $f = \frac{c}{\lambda} = 1 \text{ PHz} - 1,2 \text{ PHz}$ (képlet + számítás: 1 + 1 pont).

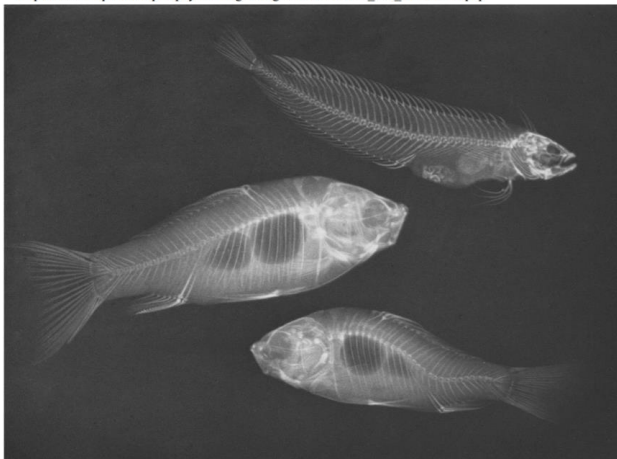
Csupán az egyik frekvenciaérték megadása esetén is a teljes pontszám jár.
A táblázat szerint ez a sugárzás az ultraibolya tartományba esik (1 pont).

Összesen 20 pont

2. A röntgenvizsgálat során a röntgenkészülék röntgensővében keletkező sugarakat használják a test átvilágítására. A röntgensugarak úgy keletkeznek a csőben, hogy az izzó katódból kilépő elektronokat elektromos tér segítségével felgyorsítják, így azok nagy sebességgel becsapódnak az anódba. A becsapódó elektronok az erős fékezés során röntgensugarakat bocsátanak ki. A sugarakat nem fókuszálják, hanem segítségével egyszerű árnyékképet készítenek. Ahol a filmre több sugár érkezik, ott a film megfeketedik, ahol kevesebb, ott világos marad. A mellékelt ábrákon egy röntgenső vázlatos szerkezetét, illetve egy halakról készített röntgenfelvételt láthatunk.



Kép forrása: http://www.ph2.physik.uni-goettingen.de/Entdecken_und_Verstehen2.php



Kép forrása: <https://timeline.com/early-xrays-hidden-world-6bbc3a3fb267>

- Mit nevezünk röntgensugárzásnak? Milyen hasonló sugárzást ismer, mi különbözteti meg attól a röntgensugarakat?
 - Hová kell helyezni a röntgensőhöz képest a tárgyat, amelyről a felvételt kell készíteni, és hová a fotólemezt (ernyőt)?
 - Miért kell a röntgenső anódját hűteni? Mitől melegedhet fel?
 - Vizsgálja meg a halakról készített röntgenfelvételt! Magyarozza meg, hogy miért vált láthatóvá a halak vázszerkezete!
 - A halak testében levegővel teli hólyagok, úgynevezett úszóhólyagok vannak. Jelölje be a középső hal testében a hólyagok helyét, ha tudjuk, hogy a levegő átengedi a sugarakat!
 - Hogyan változik a halra ható felhajtóerő, ha úszóhólyagjai méretét csökkenti?
- (2018. május)

Megoldás: (20 pont)

a) A röntgensugarak jellemzése:

4 pont
(bontható)

A röntgensugarak elektromágneses hullámok (2 pont), akárcsak a látható fény (1 pont), csak hullámhosszuk rövidebb, illetve a frekvenciájuk nagyobb (1 pont).

(Bármilyen más elektromágneses hullám említése elfogadható. Elegendő csak a hullámhossz vagy csak a frekvencia összehasonlítása.)

b) A tárgy és az ernyő helyének meghatározása:

4 pont
(bontható)

A tárgyat valahová az ablak elé, a röntgensugarak útjába (2 pont) kell tenni, az ernyőt pedig a tárgy mögé (2 pont), hogy árnyék keletkezzen rajta.

c) Az anód melegedésének indoklása:

2 pont

Az anódra becsapódó nagy sebességű elektronok mozgási energiájának egy része alakul az anódon hővé.

d) A vázszerkezet láthatóvá válásának magyarázata:

6 pont
(bontható)

A testrészek közül a vázszerkezet jobban elnyeli (2 pont) a röntgensugarakat, mint a környező lágy testrészek, ezért a fotólemezt a vázszerkezet mögött kevesebb röntgensugárzás éri (2 pont), tehát a lemez a vázszerkezet árnyékában kevésbé feketedik el (2 pont).

e) A középső hal úszóhólyagjainak bejelölése:

1 + 1 pont

A hal törzsének közepe táján lévő két sötét folt egyértelmű jelölése (vagy leírása) egyenként 1 pontot ér. A hal fejénél lévő szemgödör esetleges bejelölése nem számít hibának.

f) Annak megadása, hogy hogyan hat a felhajtóerőre az úszóhólyag összehúzódása:

2 pont

Összesen 20 pont