

Competition in biophysics/medical biophysics 2015.

1. A photon emitted by ^{51}Cr isotope is absorbed with Compton scattering in the thallium-doped NaI crystal.
 - a) What is the energy of the Compton electron in eV unit if the wavelength of the scattered photon is 9 pm and the work function is 42 eV?
 - b) How many photons of 420 nm wavelength are emitted if the absorbed energy of the ionizing radiation is converted to scintillation light with 14 % efficiency? (30 points)

2. The absorbance of hemoglobin solution is measured with spectrophotometer. The “concentration” of solution is 150 mg/ml, 80 % of which is oxy-hemoglobin (HbO_2) and 20% deoxy-hemoglobin (Hb). The molar extinction coefficient of them at two different wavelengths is given in the table below. What is the value of the measured absorbances at the given wavelengths if the width of the cuvette is 5 mm. The molar mass of hemoglobin is 64500 g/mol. (25 points)

wavelength (nm)	molar extinction coefficient (1/(cm·mol/l))	
	HbO ₂	Hb
660	320	3230
910	1210	775

3. A noise barrier was built between a highway and the houses near to it. After the building of it the noise level was just at the allowed value. During the next years the traffic of highway and together with it the noise intensity increased 5 times, so the owners of houses ask for building of another barrier of the same parameters. If it will be ready, the noise level decreases 5 dB below the allowed value. Give the sound proof capacity of the barrier in dB. (20 points)

4. Diffusion of oxygen from the capillaries to the surrounding tissues can be modelled with the next question: The concentration of oxygen in blood is 200 mmol/l, in the tissues is 50 mmol/l. We suppose that the concentration decreases linearly in the capillary wall of 3 μm thickness. The capillary can be considered as a cylinder of 0.75 mm length and 6 μm inner diameter. The diffusion coefficient of oxygen molecules is $1.5 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$. Calculate the amount of oxygen diffusing through the inner surface of capillary in one minute. (25 points)

5. Give short definitions for the following terms (give the unit, where it is possible) 6x5 points)
 - Acoustic impedance
 - Stochastic radiation effect
 - Indirect ionizing radiation (with examples)
 - Diffusion coefficient
 - Pair production.
 - Space constant of membrane

6. **EM and EP:** Explain the reduced eye model and the image formation in the eye (with drawing)
ED: Linear regression. (20 points)

7. **EM and EP:** Draw the energy level system of conductors, semiconductors and insulators. Describe their electric and optical properties.
ED: Ultrasound A-, B-, and M-images. (30 points)

8. Describe the working principle and working modes of the AFM (20 points)

Angol verseny 2014/2015 megoldások és pontozás

1. $hf = A + E_{el} + hc/\lambda$ $E_{el} = 182458 \text{ eV} \approx 2,92 \cdot 10^{-14} \text{ J}$ 15 p
 $182458 \cdot 0,14 = 25544 \text{ eV}$
 egy foton energiája $4,714 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,946 \text{ eV}$
 a fotonok száma $25544/2,946 = 8670$ 15 p
2. A hemoglobin oldat moláris koncentrációja $c = 150/64\,500 = 2,326 \text{ mmol/l}$. 5 p
 Az oxy-hemoglobin $c_{\text{HbO}_2} = 0,8 \cdot 2,326 = 1,861 \text{ mmol/l}$, a deoxy-hemoglobin pedig
 $c_{\text{Hb}} = 0,2 \cdot 2,326 = 0,465 \text{ mmol/l}$ koncentrációjú, ha a különböző molekulák mól tömegei közötti különbséget
 elhanyagoljuk. 6 p
- a) $A_{660} = A_{660, \text{HbO}_2} + A_{660, \text{Hb}} = \epsilon_{660, \text{HbO}_2} \cdot c_{\text{HbO}_2} \cdot x + \epsilon_{660, \text{Hb}} \cdot c_{\text{Hb}} \cdot x =$
 $320 \cdot 1,061 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 + 3230 \cdot 0,465 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 = 1,05$ 7 p
- b) $A_{710} = 1210 \cdot 1,861 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 + 775 \cdot 0,465 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 = 1,31$ 7 p
3. 5-szörös intenzitás $\approx 7 \text{ dB}$ növekedést jelent. $7 + 5 = 12 \text{ dB}$ a fal hangszigetelő képessége 20 p
- 4.. Feltételezzük, hogy a koncentráció egyenletesen csökken a $3 \mu\text{m}$ vastag kapillárisfalon, valamint az oxigén
 koncentrációja a vérben és a szövetben egy perc alatt lényegesen nem változik (időben állandó). 10 p
 Fick I. törvénye szerint az átdiffundált oxigén mennyisége $63,6 \text{ nmol}$. 15 p

Általános javítási elvek: számolási hiba: 20 % levonás,
 mértékegység hiba vagy hiány: 25 % levonás,
 átváltási hiba darabonként 25 % levonás,
 elvi hiba: 50 % levonás.

A kedvezmény feltétele : összesen legalább 100 pont elérése.

A kedvezményt elérték dolgozatát kérem **május 11-én 12 óráig**. (Ha valaki
 kedvezményt kap, a versenydolgozat tekintendő a vizsga írásbeli részének, tehát meg
 kell őrizni.) Akkor is kérek visszajelzést, ha a csoportból senki nem kap kedvezményt.
**Kérem, hogy az egyeztetés előtt senki ne mondjon semmit a hallgatóinak az elért
 versenykedvezményről!**

Voszka István