



Zbigniew Osiak

Zadania problemowe z biofizyki

Linki do moich publikacji naukowych i popularnonaukowych, e-booków oraz audycji telewizyjnych i radiowych są dostępne w bazie ORCID pod adresem internetowym:
<http://orcid.org/0000-0002-5007-306X>

Zbigniew Osiak

**ZADANIA
PROBLEMOWE
Z BIOFIZYKI**

© Copyright 2011 by Zbigniew Osiak

Wszelkie prawa zastrzeżone. Rozpowszechnianie i kopiowanie całości lub części publikacji zabronione bez pisemnej zgody autora.

Portret autora zamieszczony na okładkach przedniej i tylnej
Rafał Pudło

Wydawnictwo: Self Publishing

ISBN: 978-83-272-3408-7

e-mail: zbigniew.osiak@gmail.com

Linki do moich publikacji naukowych i popularnonaukowych, e-booków oraz audycji telewizyjnych i radiowych są dostępne w bazie ORCID pod adresem internetowym:
<http://orcid.org/0000-0002-5007-306X>

SPIS TREŚCI

06	Historia biofizyki
06	Fizyka a modelowanie układów biologicznych
06	Termodynamika układów biologicznych
07	Biofizyka procesu słyszenia
08	Biofizyka procesu widzenia
09	Biofizyka układu krążenia
10	Biofizyka narządu ruchu
11	Deformacje tkanek
11	Wpływ ultradźwięków i infradźwięków na organizm
13	Obwody prądu stałego i zmiennego
13	Wpływ pól elektromagnetycznych na organizm
14	Wpływ promieniowania jonizującego na organizm
16	Atom wodoru
18	Lasery
18	Biofizyka układu nerwowego
19	Biofizyka układu oddechowego
19	Podstawy bioenergetyki i termokinetyki
19	Podstawy cybernetyki
20	Przegląd widma fal elektromagnetycznych
20	Proponowana literatura

HISTORIA BIOFIZYKI

001

Podaj nazwiska przynajmniej trzech znanych biofizyków i omów jakich dokonali odkryć.

FIZYKA A MODELOWANIE UKŁADÓW BIOLOGICZNYCH

002

Wyjaśnij znacznie pojęć związanych z upraszczającymi założeniami w modelach fizycznych:

- A. jednorodność,
- B. izotropowość,
- C. stacjonarność,
- D. liniowość.

003

Omów przynajmniej trzy z spośród niżej wymienionych modeli fizycznych:

układ inercjalny, punkt materialny, bryła sztywna, oscylator harmoniczny, wahadło matematyczne, gaz doskonały, ciecz doskonała, ośrodek ciągły, jednorodne pole grawitacyjne, dipol, kwadrupol, gaz elektronowy, soczewka cienka, ciało doskonale czarne, model atomu wodoru Bohra, pasmowy model ciała stałego, dziury elektronowe, model standardowy, model stanu stacjonarnego wszechświata, teoria wielkiego wybuchu, czarna dziura.

TERMODYNAMIKA UKŁADÓW BIOLOGICZNYCH

004

Oblicz, ile paskali odpowiada ciśnieniu 120 mmHg? ($\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3$)

005

Oblicz, ile stopni Kelvina odpowiada temperaturze 36,6 stopni Celsjusza?

006

Zapisz pierwszą zasadę termodynamiki dla procesu adiabatycznego przebiegającego w układzie zamkniętym.

007

Zapisz pierwszą zasadę termodynamiki dla procesu izotermicznego przebiegającego w układzie zamkniętym.

008

Zapisz pierwszą zasadę termodynamiki dla procesu izochorycznego przebiegającego w układzie zamkniętym.

009

Zapisz pierwszą zasadę termodynamiki dla procesu izobarycznego przebiegającego w układzie zamkniętym.

010

Podaj przynajmniej dwa różne sformułowania drugiej zasady termodynamiki.

011

Wykaż na przykładzie wybranej pary strumienia i bodźca, że iloczyn tych wielkości ma wymiar wata na metr sześcienny.

012

Podaj kilka przykładów procesów egzo- i endoergicznych w biologii.

013

Podaj kilka przykładów procesów dających ujemny wkład do funkcji dyssypacji (produkcji entropii).

014

Wskaż różnice między stanem równowagi termodynamicznej a stanem stacjonarnym.

015

Podaj przykład procesów termodynamicznie sprzężonych.

016

Wyjaśnij zwięźle różnice między transportem biernym, ułatwionym i aktywnym.

017

Podaj kilka przykładów struktur dyssypatywnych.

018

Podaj ogólną charakterystykę organizmów żywych z punktu widzenia termodynamiki.

BIOFIZYKA PROCESU SŁYSZENIA

019

Przedstaw podział dźwięków ze względu na częstotliwość.

020

Podaj definicję natężenia dźwięku oraz jego jednostkę w układzie SI.

021

Podaj definicję poziomu natężenia dźwięku oraz jego jednostkę w układzie SI.

022

Zdefiniuj pojęcie progu słyszalności.

023

Zdefiniuj pojęcie progu bólu.

024

Wyjaśnij, od czego zależy wysokość dźwięku?

025

Wyjaśnij, od czego zależy barwa dźwięku?

026

Podaj definicję miary głośności dźwięku w fonach.

027

Wyjaśnij, od czego zależy głośność dźwięku (prawo Webera-Fechnera)?

028

Omów rolę ucha zewnętrznego i środkowego w percepcji dźwięku.

029

Omów związek oporu akustycznego z załamaniem i odbiciem fali na granicy ośrodków.

030

Omów, jaką rolę w procesie słyszenia spełniają kosteczki słuchowe?

031

Przedstaw, na czym polega zjawisko rezonansu?

032

Przedstaw główne tezy teorii Békésy'ego analizy dźwięku w uchu wewnętrznym.

033

Opisz mechanizm molekularny zamiany sygnału mechanicznego na elektryczny w narządzie Cortiego.

BIOFIZYKA PROCESU WIDZENIA

034

Podaj, w jakim przedziale mieszczą się energie fotonów światła widzialnego?

035

Omów, na przykładzie światła, na czym polega dualizm falowo-korpuskularny?

036

Podaj przykłady zjawisk, które można wytłumaczyć jedynie falową teorią światła.

037

Podaj przykłady zjawisk, które można wytłumaczyć jedynie fotonową teorią światła.

038

Podaj przykłady zjawisk, które można wytłumaczyć zarówno falową teorią światła i fotonową teorią światła.

039

Scharakteryzuj obraz powstający na siatkówce oka ludzkiego.

040

Podaj równania soczewki cienkiej.

041

Wyjaśnij, dlaczego podczas całowania zamykamy oczy?

042

Wyjaśnij, na czym polega aberracja chromatyczna?

043

Wyjaśnij, na czym polega aberracja sferyczna?

044

Omów wady wzroku.

045

Omów zjawiska spowodowane bezwładnością oka.

046

Omów układ optyczny oka.

047

Omów związek zdolności rozdzielczej oka ze zjawiskiem dyfrakcji światła. **Podaj** kryterium Rayleigha.

048

Wyjaśnij, dlaczego widzimy przestrzenie?

049

Omów energetykę procesu widzenia.

BIOFIZYKA UKŁADU KRAŻENIA

050

Omów, na czym polega zjawisko lepkości cieczy?

051

Podaj określenie współczynnika lepkości i jego jednostkę w układzie SI.

052

Omów, jakie zjawiska spowodowane są przez lepkość krwi?

053

Omów, jakie czynniki i jak wpływają na lepkość krwi?

054

Scharakteryzuj laminarny przepływ cieczy newtonowskiej przez naczynia cylindryczne.

055

Sformułuj prawo Poiseuille'a.

056

Omów rolę sprężystości naczyń przy przepływie krwi.

057

Podaj wzór na prędkość fali tętna.

058

Omów przybliżony opis przepływu krwi przez naczynia (opis przepływu stacjonarnego przez naczynia sztywne), który umożliwiają:

- A. prawo ciągłości,
- B. prawo Bernoulliego,
- C. rozkład prędkości przy przepływie laminarnym,
- D. prawo Poiseuille'a.

059

Przedstaw wzory na pracę i moc serca.

060

Omów zjawisko Dopplera i jego zastosowanie do pomiaru prędkości przepływu krwi w naczyniach.

BIOFIZYKA NARZĄDU RUCHU

061

Podaj określenia

- A. prędkości,
- B. przyspieszenia,
- C. siły,
- D. pędu,
- E. prędkości kątowej,
- F. przyspieszenia kątowego,
- G. momentu bezwładności,
- H. momentu siły,
- I. momentu pędu,
- J. energii kinetycznej,
- K. pracy,

L. mocy.

062

Sformułuj zasady dynamiki ruchu punktu materialnego (cząstki).

063

Sformułuj zasadę zachowania pędu.

064

Sformułuj zasady dynamiki ruchu obrotowego bryły sztywnej.

065

Sformułuj zasadę zachowania momentu pędu.

066

Opisz, jak wykonać piruet?

067

Podaj przykłady dźwigni jednostronnych w narządzie ruchu człowieka.

068

Podaj przykłady dźwigni dwustronnych w narządzie ruchu człowieka.

DEFORMACJE TKANEK

069

Scharakteryzuj rodzaje deformacji tkanek, jakimi są:

- A. rozciąganie,
- B. ściskanie,
- C. skręcanie,
- D. zginanie,
- E. ścinanie.

070

Podaj treść prawa Hooke'a.

071

Podaj interpretację modułu Younga.

WPLYW ULTRADŹWIĘKÓW I INFRADŹWIĘKÓW NA ORGANIZM

072

Wyjaśnij, na czym polega zjawisko elektrostrykcji?

073

Wyjaśnij, na czym polega zjawisko magnetostrykcji?

074

Wyjaśnij, na czym polega odwrotne zjawisko piezoelektryczne?

075

Podaj przykładowe wartości prędkości i natężeń ultradźwięków w różnych ośrodkach.

076

Omów pochłanianie ultradźwięków przez ośrodki jednorodne.

- A. Prawo pochłaniania.
- B. Grubość warstwy połowiącej.

077

Omów rozchodzenie się ultradźwięków w ośrodkach niejednorodnych.

- A. Opór akustyczny.
- B. Współczynnik odbicia.

078

Omów oddziaływanie ultradźwięków z ośrodkiem.

- A. Efekt mechaniczny.
- B. Efekt termiczny.
- C. Efekt chemiczny.

079

Omów biologiczne działanie ultradźwięków.

080

Omów zastosowanie ultradźwięków w terapii.

081

Omów zastosowanie ultradźwięków w diagnostyce.

082

Podaj podstawowe przeciwwskazania do diagnostyki oraz terapii ultradźwiękami.

083

Podaj podstawowe zasady bezpieczeństwa przy stosowaniu ultradźwięków.

084

Podaj przykłady źródeł infradźwięków.

085

Uzasadnij, w oparciu o zjawisko rezonansu akustycznego, dlaczego infradźwięki mogą być szkodliwe dla człowieka?

OBWODY PRĄDU STAŁEGO I ZMIENNEGO

086

Sformułuj prawo Ohma.

087

Sformułuj prawo Joule'a-Lenza.

088

Przeanalizuj, jak moc ciepła wydzielonego w danym przewodniku zależy od jego oporu

A. w połączeniu szeregowym przewodników?

B. w połączeniu równoległym przewodników?

089

Przedstaw prawa opisujące obwód jedno-oczkowy bez źródła.

090

Przedstaw prawa opisujące obwód jedno-oczkowy z jednym źródłem.

091

Podaj podstawowe parametry prądu zmiennego.

092

Przedstaw prawa opisujące szeregowy obwód RLC.

WPLYW PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH NA ORGANIZM

093

Omów podstawowe zjawiska zachodzące w wyniku oddziaływania pola elektromagnetycznego na organizm.

094

Omów wpływ stałego pola elektrycznego na

A. człowieka.

B. komórki.

C. makrocząsteczki.

095

Omów wpływ stałego pola magnetycznego na

A. człowieka.

B. komórki.

C. makrocząsteczki.

096

Omów wpływ zmiennego pola elektrycznego na

A. człowieka.

B. komórki.

C. makrocząsteczki.

097

Omów wpływ zmiennego pola magnetycznego na

- A. człowieka.
- B. komórki.
- C. makrocząsteczki.

098

Przedstaw fizyczne podstawy zjawiska diatermii długo- i krótkofalowej.

099

Podaj schemat blokowy aparatury stosowanej w elektro-lecznictwie prądami wysokiej częstotliwości.

100

Omów sposoby umieszczania chorego (lub części jego ciała) w obrębie obwodu leczniczego podczas stosowania prądów wysokiej częstotliwości.

101

Podaj podstawowe przeciwwskazania do stosowania prądów wysokiej częstotliwości.

102

Wyjaśnij: Co zabija, natężenie czy napięcie?

WPLYW PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO NA ORGANIZM

103

Podaj prawo rozpadu promieniotwórczego.

104

Znajdź związek między stałą rozpadu a okresem połowicznego rozpadu.

105

Znajdź związek między średnim czasem życia jądra a okresem połowicznego rozpadu.

106

Wyznacz, jaki procent jąder pierwiastka promieniotwórczego pozostanie z początkowej ich ilości po

- A. dwóch okresach połowicznego rozpadu?
- B. trzech okresach połowicznego rozpadu?
- C. czterech okresach połowicznego rozpadu?
- D. pięciu okresach połowicznego rozpadu?

107

Wyjaśnij, czym jest cząstka alfa i jaki jest mechanizm jej emisji przez promieniotwórcze jądro?

108

Wyjaśnij, czym jest cząstka beta minus i jaki jest mechanizm jej emisji przez promieniotwórcze jądro?

109

Wyjaśnij, czym jest cząstka beta plus i jaki jest mechanizm jej emisji przez promieniotwórcze jądro?

110

Omów oddziaływanie neutronów z materią.

111

Wyjaśnij, jaka jest natura promieniowania gamma i jaki jest mechanizm jego emisji przez promieniotwórcze jądro?

112

Podaj, w jakim przedziale mieszczą się energie fotonów promieniowania gamma?

113

Podaj, w jakim przedziale mieszczą się energie fotonów promieniowania rentgenowskiego?

114

Omów, jakie efekty powoduje wzrost napięcia przyłożonego do elektrod lampy rentgenowskiej?

115

Omów mechanizmy oddziaływania promieniowania rentgenowskiego i gamma z materią.

116

Wyjaśnij, na czym polega radioliza wody?

117

Sformułuj prawo pochłaniania promieniowania jonizującego (rtg i gamma).

118

Wyznacz, ile razy zmniejszy się natężenie promieniowania rentgenowskiego po przejściu wiązki tego promieniowania przez próbkę o grubości równej

- A. dwóm warstwom połowiącym?
- B. trzem warstwom połowiącym?
- C. czterem warstwom połowiącym?
- D. pięciu warstwom połowiącym?

119

Wyjaśnij, jakie właściwości promieniowania rentgenowskiego są wykorzystywane w diagnostyce medycznej?

121

Wyjaśnij, dlaczego promieniowanie rentgenowskie jest biologicznie szkodliwe?

122

Podaj określenie aktywności i jej jednostkę w układzie SI.

123

Podaj określenie dawki pochłoniętej i jej jednostkę w układzie SI.

124

Podaj określenie współczynnika jakości promieniowania i jego wartości dla różnych rodzajów promieniowania jonizującego.

125

Podaj określenie równoważnika dawki pochłoniętej i jego jednostkę w układzie SI.

126

Wymień przynajmniej jedną z metod detekcji promieniowania jonizującego.

ATOM WODORU

127

Naszkicuj wykres zależności wartości prędkości elektronu na orbitach stacjonarnych (dozwolonych) od głównej liczby kwantowej.

128

Wyznacz, jak podczas przeskoku elektronu z pierwszej orbity stacjonarnej na drugą zmieni się wartość jego

- A. prędkości?
- B. pędu?
- C. orbitalnego momentu pędu?
- D. orbitalnego momentu magnetycznego?
- E. przyspieszenia?
- F. energii kinetycznej?
- G. energii potencjalnej?

129

Wyznacz, ile wynosi stosunek energii kinetycznej do potencjalnej układu proton elektron stanowiącego model atomu wodoru?

130

Naszkicuj wykres zależności wartości energii całkowitej układu proton elektron stanowiącego model atomu wodoru od głównej liczby kwantowej.

131

Oblicz wartość energii jonizacji atomu wodoru. Wynik podaj w elektronowoltach.

132

Oblicz wartość energii fotonu odpowiadającą krótkofalowej granicy serii Lymana. Wynik podaj w elektronowoltach.

133

Oblicz wartość energii emitowanej przez atom wodoru wskutek przeskoku elektronu z drugiej orbity stacjonarnej na pierwszą. Wynik podaj w elektronowoltach.

134

Oblicz wartość energii emitowanej przez atom wodoru wskutek przeskoku elektronu z trzeciej orbity stacjonarnej na drugą. Wynik podaj w elektronowoltach.

135

Oblicz wartość energii fotonu odpowiadającą krótkofalowej granicy serii Balmera. Wynik podaj w elektronowoltach.

136

Oblicz, w jakiej temperaturze średnia energia kinetyczna cząstki o trzech stopniach swobody jest równa energii emitowanej przez atom wodoru wskutek przeskoku elektronu z szóstej orbity stacjonarnej na drugą?

137

Oblicz wartość energii emitowanej przez atom wodoru wskutek przeskoku elektronu z czwartej orbity stacjonarnej na trzecią. Wynik podaj w elektronowoltach.

138

Oblicz wartość energii fotonu odpowiadającą krótkofalowej granicy serii Paschena. Wynik podaj w elektronowoltach.

139

Oblicz wartość energii emitowanej przez atom wodoru wskutek przeskoku elektronu z piątej orbity stacjonarnej na czwartą. Wynik podaj w elektronowoltach.

140

Oblicz wartość energii fotonu odpowiadającą krótkofalowej granicy serii Bracketta. Wynik podaj w elektronowoltach.

141

Oblicz wartość energii emitowanej przez atom wodoru wskutek przeskoku elektronu z szóstej orbity stacjonarnej na piątą. Wynik podaj w elektronowoltach.

142

Oblicz wartość energii fotonu odpowiadającą krótkofalowej granicy serii Pfunda. Wynik podaj w elektronowoltach.

143

Oblicz wartość energii emitowanej przez atom wodoru wskutek przeskoku elektronu z siódmej orbity stacjonarnej na szóstą. Wynik podaj w elektronowoltach.

144

Oblicz wartość energii fotonu odpowiadającą krótkofalowej granicy serii Humphreysa. Wynik podaj w elektronowoltach.

145 (Zasada kombinacyjna Ritza)

Wykaż, że różnica energii emitowanych przez atom wodoru wskutek przeskoku elektronu z trzeciej orbity stacjonarnej na pierwszą i z drugiej orbity na pierwszą jest równa energii emitowanej przez atom wodoru wskutek przeskoku elektronu z trzeciej orbity na drugą.

LASERY

146

Wyjaśnij, na czym polega zjawisko wymuszonej emisji?

147

Wyjaśnij, jaką rolę spełnia separator?

148

Wyjaśnij, jaką rolę spełnia rezonator?

149

Określ, jakie światło nazywamy monochromatycznym?

150

Określ jakie światło nazywamy spójnym (koherentnym)?

151

Podaj podstawowe przeciwwskazania do diagnostyki oraz terapii światłem laserowym.

152

Podaj podstawowe zasady bezpieczeństwa przy stosowaniu światła laserowego.

BIOFIZYKA UKŁADU NERWOWEGO

153

Przedstaw rodzaje transportu przez błony komórkowe.

- A. Transport bierny.
- B. Transport aktywny.
- C. Transport ułatwiony (na nośnikach).

154

Omów działanie i rolę pompy sodowo-potasowej w komórce.

155

Podaj równanie Goldmanna.

156

Wyjaśnij pochodzenie potencjału spoczynkowego błony komórkowej.

157

Wyjaśnij, jak powstaje potencjał czynnościowy?

158

Podaj równania Hodgkina i Huxley'a oraz ich interpretację.

BIOFIZYKA UKŁADU ODDECHOWEGO

159

Wyjaśnij, na czym polega oddychanie na poziomie molekularnym?

160

Podaj definicję potencjału oksydacyjno-redukcyjnego i omów jego powiązanie z oddychaniem na poziomie molekularnym.

161

Wyjaśnij, na czym polega zjawisko histerezy objętościowo-ciśnieniowej?

162

Podaj przybliżone wartości pracy i mocy związane z oddychaniem.

PODSTAWY BIOENERGETYKI I TERMOKINETYKI

163

Omów rolę układu ATP-ADP w komórce.

164

Podaj kilka przykładów procesów termodynamicznie sprzężonych z hydrolizą ATP do ATP i fosforanu.

165

Omów mechanizm fizyczny skurczu mięśnia.

PODSTAWY CYBERNETYKI

166

Przedstaw, jakie zagadnienia są przedmiotem badań cybernetyki?

167

Podaj definicję ilości informacji i jej jednostkę.

168

Omów na przykładzie "demonu Maxwella" związek między entropią i informacją.

169

Omów znane ci zastosowania teorii informacji w biologii.

170

Podaj kilka przykładów dodatniego sprzężenia zwrotnego w organizmie.

171

Podaj kilka przykładów ujemnego sprzężenia zwrotnego w organizmie.

PRZEGLĄD WIDMA FAL ELEKTROMAGNETYCZNYCH

Fale radiowe

Odpowiadają im fotony o energiach od $1,24 \cdot 10^{-11}$ eV do $1,24 \cdot 10^{-3}$ eV .

Mikrofale

Odpowiadają im fotony o energiach od $4,14 \cdot 10^{-6}$ eV do $1,24 \cdot 10^{-3}$ eV .

Światło

Odpowiadają mu fotony o energiach z przedziału $1,24 \cdot 10^{-3}$ eV ÷ 124 eV .

Promieniowanie podczerwone (podczerwień)

Odpowiadają mu fotony o energiach od $1,24 \cdot 10^{-3}$ eV do 1,59 eV .

Światło widzialne

Odpowiadają mu fotony o energiach od 1,59 eV do 3,26 eV .

Promieniowanie ultrafioletowe (ultrafiolet)

Odpowiadają mu fotony o energiach od 3,26 eV do 124 eV .

Promieniowanie rentgenowskie

Odpowiadają mu fotony o energiach od 124 eV do 12,4 keV.

Promieniowanie gamma

Odpowiadają mu fotony o energiach większych niż 12,4 keV.

Proponowana literatura

- 1) *Podstawy biofizyki*. Podręcznik dla studentów medycyny pod redakcją Andrzeja Pilawskiego. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1981.
- 2) Walter Beier: *Biofizyka*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1968.
- 3) Roland Glaser: *Wstęp do biofizyki*. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1975.
- 4) Albert L. Lehninger: *Bioenergetyka*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1978.



Zbigniew Osiak

Należę do pokolenia fizyków, dla których idolami byli Albert Einstein, Lew Dawidowicz Landau i Richard P. Feynman. Einstein zniewolił mnie potęgą swej intuicji. Landaua podziwiam za rzetelność, precyzję i prostotę wywodów oraz instynktowne wyczuwanie istoty zagadnienia.

Feynman urzekł mnie lekkością narracji i subtelnym poczuciem humoru.