

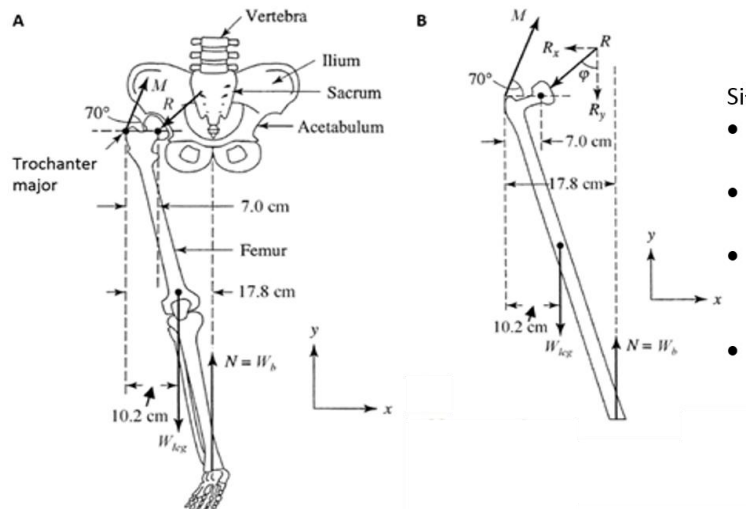
Seminarium 1 – zagadnienia

I. Biomechaniczny opis organizmu człowieka

1. Warunki równowagi mechanicznej

Problem 1.1

Poniższy diagram podaje siły działające na staw biodrowy i kończynę dolną. Standaryzowane wymiary, podane na schematach, odpowiadają średnim otrzymanym z pomiarów wykonanych dla dorosłych ludzi. Proszę zapisać warunek równowagi sił działających w tym układzie.



Siły:

- N to siła sprężystości podłoża, równa co do wartości ciężarowi ciała W_b , ale skierowana przeciwnie.
- W_{leg} to ciężar kończyny dolnej. Przyjmujemy, iż jego wartość równa jest $0.16W_b$ ($W_{leg} = W_b/7$). Siła ta przyczepiona jest w środku masy kończyny.
- R to siła, z jaką staw biodrowy działa na głowę kości udowej, prostopadła do panewki. Ponieważ skierowana jest pod kątem względem pozostałych sił, rozważamy jej dwie składowe: R_x i R_y .
- M to siła wywołana działaniem trzech mięśni odwodźcili. W poniższych obliczeniach potraktujemy te trzy mięśnie jako jeden układ. Zaznaczony na obrazku kąt $\alpha = 70^\circ$, to kąt między kierunkiem siły M a osią x układu współrzędnych.

Problem 1.2

Dlaczego osoby z problemami poruszania używają lasek?

2. Odkształcenia – prawo Hooke’a, zależność odkształcenie-naprężenie, granice sprężystości i plastyczności, odkształcenia proste (rozciąganie, ściskanie i ścinanie)

Problem 1.3

Nacisk na kość udową przy podnoszeniu ciężarów może wynieść ok. 1500 N. Pole powierzchni przekroju kości uda wynosi ok. 20 cm^2 , a jej długość ok. 50 cm. Proszę obliczyć naprężenie ściskające kość uda oraz jej odkształcenie przy założeniu spełnienia

prawa Hooke'a. Moduł Younga kości zbitiej wynosi 18,0 GPa. Czy odkształcenie mieści się w zakresie fizjologicznym?

3. Ruch – zderzenia i przeciążenia

Problem 1.4

Jakiego przeciążenia dozna kierowca pojazdu, który uderzy w nieruchomą, nieodkształcającą się przeszkodę, jeżeli szybkość przed zderzeniem wynosiła 50 km/h, a zatrzymanie nastąpiło na drodze 50 cm?

II. Zjawiska transportu

4. Dyfuzja

Problem 1.5

W jakim czasie cząsteczka tlenu ($D = 0,178 \text{ cm}^2/\text{s}$) przedyfunduje ze środka pęcherzyka płucnego do jego ściany, skąd będzie mogła przedostać się do kapilary? Załóż, że dyfuzja zachodzi w trzech wymiarach, a promień pęcherzyka płucnego wynosi 100 μm .

Problem 1.6

W jakim czasie białko o promieniu 3 nm przedyfunduje z jednego końca bakterii na drugi? A z jednego końca metrowego naczynia krwionośnego na drugi? Przyjmij, że współczynnik dyfuzji $D = 100 \mu\text{m}^2/\text{s}$. Załóż, że dyfuzja zachodzi tylko w jednym wymiarze.

5. Ciśnienie osmotyczne

Problem 1.7

Oblicz ciśnienie osmotyczne wytwarzane przez 0,9% roztwór NaCl i 0,9% roztwór CaCl_2 .

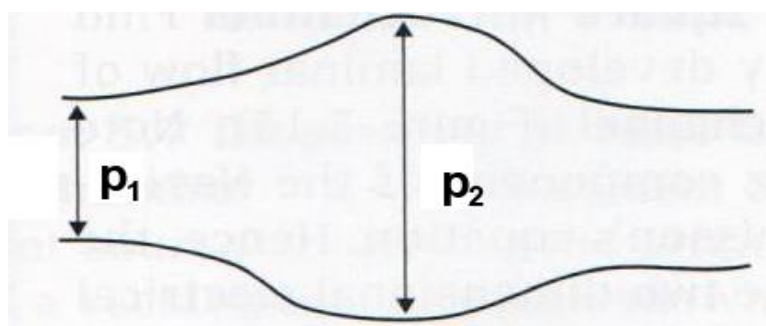
6. Przepływ krwi – Prawo ciągłości przepływu, prawo Bernoulliego, szybkość i ciśnienie krwi w różnych częściach ciała, paradoks hydrodynamiczny, prawo Hagedorn-Poiseuille'a

Problem 1.8

Tętnica o średnicy $D = 10$ mm na skutek zmian miażdżycowych zwężyła się w pewnym miejscu do $d = 5$ mm. Szybkość przepływu w zdrowej tętnicy wynosi $v_D = 0.25$ m/s. Jaka jest szybkość krwi w zwężeniu?

Problem 1.9

Proszę porównać ciśnienia p_1 i p_2 panujące, odpowiednio, tuż przed i w miejscu powstawania tętniaka.



7. Transport przez ścianę kapilary i osmotycznego
8. Dializa i dializa albuminowa (MARS)
9. Mechanika oddychania Biofizyczny opis oddychania – ciśnienia panujące w różnych częściach układu oddechowego, prawo Boyle'a-Mariotte'a i ściśliwość powietrza w płucach

Problem 1.10

Korzystając z prawa Boyle'a-Mariotte'a oszacuj zmianę objętości powietrza przedostającego się do atmosfery z płuc podczas wydechu (maksymalne nadciśnienie wynosi 30 mmHg). Czy w tym przybliżeniu można potraktować powietrze jako nieściśliwe?

10. Metody diagnostyczne w pulmonologii - spirometria i pletyzmografia**III. Ruch falowy**

11. Podstawowe parametry charakteryzujące falę – okres, długość, częstotliwość, amplituda, szybkość propagacji, natężenie fali, definicja decybel. Zjawisko rezonansu mechanicznego, częstość rezonansowa

12. Biofizyka słuchu:

- a. wytwarzania dźwięku przez aparat mowy, transformata Fouriera
- b. ucho zewnętrzne, środkowe i wewnętrzne i ich rola w zjawisku percepcji wrażeń słuchowych

Problem 1.11

Fala dźwiękowa o intensywności $3.2 \times 10^{-4} \text{ Wm}^{-2}$ wytwarza w błonie bębenkowej ucha dość istotną zmianę ciśnienia. Proszę wyznaczyć poziom głośności tej fali bezpośrednio przy błonie.

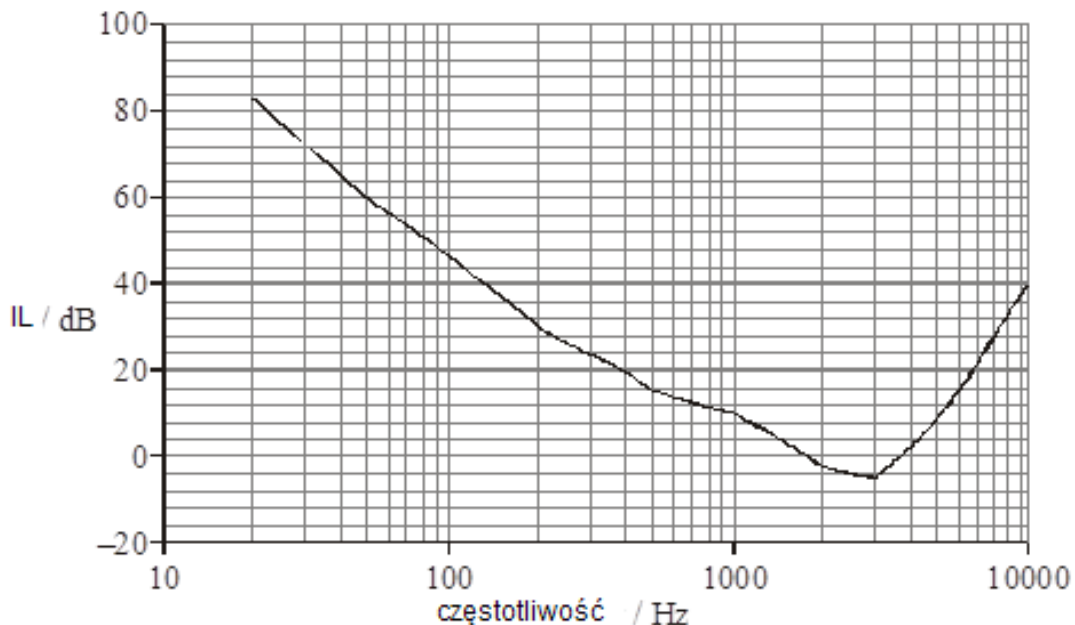
Problem 1.12

Przewód słuchowy ucha zewnętrznego ma długość 2,5 cm. Przyjmując, że dźwięk rozchodzi się w powietrzu z szybkością 343 m/s proszę oszacować, dla jakiej częstotliwości jest najbardziej wrażliwy słuch dorosłego człowieka.

Problem 1.13

Ania słyszy dźwięk o częstotliwości 1000 Hz, którego intensywność jest równa 10^{-12} Wm⁻². Tata Ani, Marek nie jest w stanie usłyszeć tego dźwięku, póki jego intensywność nie wzrośnie do wartości 10^{-6} Wm⁻². Proszę:

- Obliczyć stosunek amplitudy dźwięku słyszanego przez Anię do amplitudy dźwięku słyszanego przez jej tatę
- Obliczyć ubytek słuchu taty Ani dla tej częstotliwości w dB
- Wyjaśnić korzystając z audiogramu na jaką częstotliwość słuch Ani jest najbardziej wrażliwy
- Zaznaczyć na poniższym wykresie próg słyszalności taty Ani dla częstotliwości 1000 Hz.



Literatura:

- „(nie)Bezpieczne związki fizyki z medycyną” cz. 1, A. Blokesz, J. Wąsowicz, P. Wolny, WSiP, Warszawa, 2015
- „Fizyka dla szkół wyższych”, S.J. Ling, J. Sannay, B. Moebs (red.) OpenStax, 2021 (rozdziały 5, 7, 12, 14, 16, 17):
<https://cnx.org/contents/TqgPA4io@5.64:pLGsui0f@16/Przedmowa>