

PODSTAWY BIOFIZYKI

Lista 1.

MECHANIKA PUNKTU MATERIALNEGO

Zagadnienia:

- podstawowe jednostki układu SI,
- kinematyka punktu materialnego (w tym przemieszczenie, prędkość i przyspieszenie),
- dynamika punktu materialnego (w tym zasady dynamiki oraz praca, energia i moc),
- zadania ilustrujące traktowanie punktu materialnego jako modelu obiektów biofizycznych.
- swobodny spadek ciał,
- rzuty pionowy, poziomy i ukośny,
- zadania objaśniające zachowanie się organizmów żywych w polu grawitacyjnym oraz rolę tarcia w ich lokomocji.

Zadania do samodzielnego rozwiązania:

**Zad.1.** Pewien sprinter pokonuje dystans 100m w czasie 9,85s, a jego kolega maratończyk przebiega dystans maratonu (42km 195m) w czasie 2godz. 6min 50s.

- Jakie są średnie prędkości obu biegaczy?
- Jaki czas mógłby osiągnąć teoretycznie sprinter, gdyby utrzymywał prędkość przez cały dystans maratonu?
- Jaki czas mógłby osiągnąć teoretycznie maratończyk, gdyby przebiegł 100m ze swoją średnią prędkością?

**Zad.2.** W rezultacie kopnięcia piłka nożna o masie 0,4kg osiąga prędkość 30m/s. Czas kontaktu nogi piłkarza z piłką wynosi 0,01s. A) Jaki pęd uzyskuje piłka? B) Jaka jest średnia wartość siły działającej na piłkę?

**Zad.3.** Przewodzenie impulsów nerwowych wzdłuż aksonu (długiej wypustki komórki nerwowej – neuronu) odbywa się ze stałą prędkością, która u ssaków może dochodzić do 100m/s. Proszę wyrazić tę prędkość w km/h oraz wyliczyć czas potrzebny impulsowi nerwowemu na przebycie całej długości ciała człowieka.

**Zad.4.** Pewien człowiek biegł przez 10 minut ze stałą prędkością 5m/s a następnie przez kolejne 5 minut maszerował ze stałą prędkością 1m/s. Proszę wyliczyć jego średnią prędkość na całej trasie.

**Zad.5.** Człowiek jechał na rowerze. Łączna masa człowieka i roweru wynosi 60kg. Jaka jest siła napędowa, jeśli w przypadku braku oporów ruchu powoduje ona wzrost prędkości o 9 km/h w każdej minucie ruchu? Jaki to będzie ruch jeśli oprócz siły napędowej będzie działać siła oporu równa 2,5N?

**Zad.6.** Jaką moc mechaniczną uzyskujesz, gdy idziesz pod górę ze stałą prędkością 1,5 m/s po stoku o nachyleniu 30°?

**Zad.7.** Ile czasu potrzebowałby załogowy statek kosmiczny, żeby ze spoczynku przyspieszyć do prędkości równej 1/2 prędkości światła? Czy jest to bezpieczne? Wiadomo, że człowiek może wytrzymać przyspieszenia równe:

- 6-g wzdłuż osi długiej (przez 10s) jeśli działa w kierunku stóp (przyspieszenie podłużne dodatnie),
- 14-g wzdłuż osi strzałkowej (przez 10s) jeśli jest zwrócone do tyłu.

Zadania ćwiczeniowe:

**Zad.8.** Poniższe dane przedstawiają czasy cząstkowe w biegu sprinterskim na dystansie 100m uzyskane przez Usaina Bolta na I.O. w Pekinie. Czas reakcji = 0,165s został już doliczony.

	czas	dystans
1	1,85 s	10 m
2	2,87 s	20 m
3	3,78 s	30 m
4	4,65 s	40 m
5	5,5 s	50 m
6	6,32 s	60 m
7	7,14 s	70 m
8	7,96 s	80 m
9	8,79 s	90 m
10	9,69 s	100 m

Przykładowo, wiersz czwarty oznacza, że biegacz pokonał pierwsze 40m w czasie 4,65s licząc od sygnału startu.

- Proszę sporządzić wykres zależności pokonanej drogi od czasu oraz wyliczyć średnią prędkość sprintera.
- Proszę wyliczyć, z jakimi średnimi prędkościami biegacz pokonywał kolejne dziesiątki metrów. Proszę sporządzić wykres zależności tak wyliczonych prędkości od czasu. Kiedy sprinter osiągnął największą prędkość?
- Proszę wyliczyć średnie przyspieszenie sprintera w czasie od początku biegu do osiągnięcia prędkości maksymalnej oraz (przyjmując własną masę ciała) siłę odpowiedzialną za to przyspieszenie.
- Proszę wyliczyć pracę siły wyliczonej w poprzednim podpunkcie wykonaną podczas rozpędzania oraz energię kinetyczną biegacza w momencie uzyskania największej prędkości.
- Proszę wyliczyć popęd tej siły podczas rozpędzania oraz pęd sprintera w momencie uzyskania największej prędkości.
- Jaką średnią moc mechaniczną rozwija sprinter podczas rozpędzania?
- Jaką wysokość mógłby uzyskać ten sprinter w skoku o tyczce przy założeniu, że cała jego energia kinetyczna zamieniłaby się w energię potencjalną siły ciężkości?

PODSTAWY BIOFIZYKI

Lista 2.  
MECHANIKA BRYŁY SZTYWNEJ

Zagadnienia:

- moment siły,
- bryła sztywna w polu ciężkości (w tym środek ciężkości i rodzaje równowagi),
- moment bezwładności,
- zasada zachowania momentu pędu,
- zadania ilustrujące zastosowanie bryły sztywnej do modelowania obiektów biofizycznych.

Zadania do samodzielnego rozwiązania:

**Zad.1.** Proszę oszacować centralny moment bezwładności człowieka względem osi poprzecznej. Obliczeń dokonać dla własnego wzrostu i masy.

Jaka bryła regularna może posłużyć tu za model?

**Zad.2.** Proszę oszacować centralny moment bezwładności człowieka względem osi długiej. W tym celu należy założyć, że człowiek jest jednorodnym walcem o gęstości  $1,1 \text{ g/cm}^3$ . Obliczeń dokonać dla własnego wzrostu i masy. Współczynnik kształtu walca dla osi centralnej, prostopadłej do podstawy wynosi  $\frac{1}{2}$ .

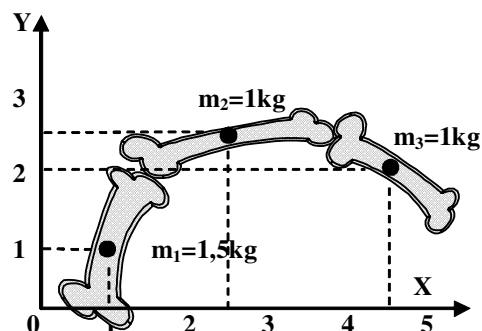
**Zad.3.** Jaki będzie moment bezwładności człowieka z zad.2 względem osi karuzeli o promieniu 5m? (Podpowiedź: wykorzystać twierdzenie Steiner'a).

**Zad.4.** W jakiej odległości od środka huśtawki typu konik (=równoważnia) musi usiąść chłopiec o masie 30kg, żeby zrównoważyć kolegę o masie 25kg siedzącego na jej drugim końcu? Długość huśtawki 400cm.

**Zad.5.** Wiadomo, że mięśnie wywołują siłę adekwatną do zewnętrznego obciążenia. Ile wyniesie moment siły, wyzwolonej przez zginacze stawu łokciowego, jeśli odległość od osi obrotu w stawie do punktu przyłożenia siły zewnętrznej  $F_{zew}=50\text{N}$  zmaleje 2-krotnie? Przyjąć, że odbywało się to w warunkach statycznych, a pierwotna odległość punktu przyłożenia siły zewnętrznej od osi obrotu w stawie wynosiła 24 cm.

Zadania ćwiczeniowe:

**Zad.6.** Znajdź współrzędne środka ciężkości przedstawionego układu kości:



**Zad.7.** Poniższe dane przedstawiają zależność kąta w stawie kolanowym od czasu podczas fazy wymachu w biegu (przy czym pełny wyprost odpowiada kątowi  $180^\circ$ ).

	czas	zmiana kąta
1.	0 s	147 °
2.	0,02 s	135 °
3.	0,04 s	116 °
4.	0,06 s	94 °
5.	0,08 s	74 °
6.	0,10 s	56 °
7.	0,12 s	44 °
8.	0,14 s	39 °
9.	0,16 s	44 °
10.	0,18 s	58 °
11.	0,20 s	79 °
12.	0,22 s	103 °
13.	0,24 s	125 °
14.	0,26 s	143 °
15.	0,28 s	157 °
16.	0,30 s	161 °
17.	0,32 s	159 °

- Proszę przedstawić tę zależność na wykresie.
- Na podstawie danych z poprzedniego zadania proszę wyliczyć średnią prędkość kątową zginania oraz średnią prędkość kątową prostowania. Obie prędkości proszę wyrazić zarówno w  $^\circ/\text{s}$  jak i w  $\text{rad/s}$
- Na podstawie danych z polecenia poprzedniego, proszę wyliczyć średnie prędkości kątowe między kolejnymi chwilami czasu oraz sporządzić odpowiedni wykres. Kiedy osiągnięte są ekstremalne wartości prędkości kątowej i ile wynoszą?
- Proszę wyliczyć średnie przyspieszenie kątowe w czasie między chwilami osiągnięcia ekstremalnych prędkości kątowych. Jaki moment siły odpowiada takiemu przyspieszeniu kątowemu, jeśli moment bezwładności goleni względem osi poprzecznej stawu kolanowego wynosi  $448,8 \text{ kgcm}^2$ ?

## PODSTAWY BIOFIZYKI

### Lista 3.

#### PODSTAWY MECHANIKI PŁYNÓW

##### Zagadnienia:

- gaz doskonały a gaz rzeczywisty,
- cechy cieczy newtonowskiej oraz charakterystyka przepływu,
- podstawowe prawa mechaniki płynów: Pascala, Archimedesesa i Bernoulliego, prawo ciągłości strugi
- zadania przybliżające reguły rządzące ruchem ciał w gazach i cieczach oraz ich egzemplifikacja biofizyczna.

##### Zadania do samodzielnego rozwiązania:

**Zad.1.** Znaleźć ciśnienie na wysokości 1km ponad poziomem morza, oraz. ciśnienie 150m pod powierzchnią oceanu. Gęstość wody morskiej przyjąć równą:  $1,03 \text{ g/cm}^3$ .

**Zad.2.** Basen pływacki ma wymiary  $25 \times 10 \times 2,5 \text{ m}$ . A) Oblicz siłę, jaka działa na dno basenu, jeżeli jest on wypełniony wodą? B) Oblicz średnią siłę jaka działa na ścianki boczne basenu. (Podpowiedź: średnia siła działająca na ścianki jest siłą parcia związaną z ciśnieniem hydrostatycznym generowanym przez wodę w basenie).

**Zad.3.** Jaka część objętości góry lodowej wystaje ponad powierzchnię morza? Gęstość lodu wynosi  $0,92 \text{ g/cm}^3$ , gęstość wody morskiej  $1,03 \text{ g/cm}^3$ . (Podpowiedź: rozważyć siły działające na górę lodową, skorzystać z prawa Archimedesesa i zasad dynamiki)

**Zad.4.** Ile razy większą prędkość może uzyskać pływak, jeśli założy kostium ze sztucznej skóry rekina? Wiadomo, że taki kostium zmniejsza opór o ok. 50%.

**Pyt.1.** Czy siła oporu działająca na poruszającą się w wodzie dłoń ustawioną prostopadle do kierunku ruchu zmienia się, gdy rozwarte początkowo palce zostaną złączone?

(Wskazówka: Od jakich parametrów zależy siła oporu? Który z czynników wpływających na wartość siły oporu zmienia się przy takiej zmianie ustawienia palców?)

**Pyt.2.** Kawalek lodu pływa w szklance wody. Czy poziom wody będzie się podnosić w miarę topnienia lodu? Odpowiedź uzasadnić.

**Pyt.3.** Wyjaśnić dlaczego napełniony balon wznosi się po starciu na określonej wysokości, podczas gdy łódź podwodna, gdy tylko zacznie opadać zawsze opada na dno oceanu, jeżeli nie zapobiegniemy temu. (Wskazówka: rozważyć siły działające na balon i łódź).

##### Zadania ćwiczeniowe:

**Zad.5.** Skrzydło samolotu o powierzchni  $4 \text{ m}^2$  ważące  $250 \text{ kG}$  jest opływane przez poziome strumienie powietrza. Prędkość powietrza ponad górną powierzchnią wynosi  $60 \text{ m/s}$ , a pod dolną  $45 \text{ m/s}$ . Jaka siła nośna działa na to skrzydło? A ile wynosi działająca nań siła wypadkowa?

**Zad.6.** Z jaką prędkością podczas wdechu wpływa do jamy nosowej powietrze, jeśli przepływając przez tchawicę (średnica  $16 \text{ mm}$ ) ma prędkość ok.  $3 \text{ cm/s}$ . Wysokość jamy nosowej - ok.  $40 \text{ mm}$ , szerokość - ok.  $12 \text{ mm}$ .

**Zad.7.** Jaka siła działa na drzwi samochodu o powierzchni ok.  $1 \text{ m}^2$ , zaraz po wpadnięciu do wody (tzn., gdy w środku samochodu jest jeszcze powietrze) na głębokość  $5 \text{ m}$ . Jaką siłą musiałyby działać na koniec drzwi człowiek, żeby wydostać się ze środka samochodu? Założyć, że drzwi mają kształt kwadratu.

##### LITERATURA:

##### Literatura zalecana:

- ❖ Bober T., Zalewski J. (2003) Biomechanika układu ruchu człowieka, AWF Wrocław
- ❖ Ernst K. (1992) Fizyka sportu. PWN, Warszawa
- ❖ Mięksisz S., Hendrich A. (red.) (1998) Wybrane zagadnienia z biofizyki
- ❖ Resnick R., Halliday D. (1994) Fizyka. PWN, Warszawa

##### Literatura uzupełniająca:

- ❖ Glaser R. (1975) Wstęp do biofizyki. PZWL, Warszawa
- ❖ Kane J.W. i Sternheim M.M. (1988) Fizyka dla przyrodników. PWN, Warszawa
- ❖ Pilawski A. (red.) (1983) Podstawy biofizyki. PZWL, Warszawa
- ❖ Przystański S. (1993) Fizyka z elementami biofizyki i agrofizyki. AWR, Wrocław

## PODSTAWY BIOFIZYKI

### Lista 4. TERMODYNAMIKA

#### Zagadnienia:

- parametry i funkcje stanu układów fizycznych i biofizycznych,
- wzajemne relacje między energią, pracą i ciepłem w układach fizycznych i biofizycznych,
- pierwsza zasada termodynamiki, energia wewnętrzna układu i entalpia,
- pojęcie entropii i zasada wzrostu entropii,
- pojęcie sprawności mechanicznej stroju człowieka,
- zadania ilustrujące istotę i następstwa zasad termodynamiki w aktywności motorycznej człowieka oraz sens pojęcia entropii w fizyce, chemii i biologii.

#### Zadania do samodzielnego rozwiązania:

**Zad.1.** Wiedząc, że „normalna” (przed wdychem) pojemność płuc człowieka wynosi  $V_1=4,5 \text{ dm}^3$ , proszę obliczyć ciśnienie jakie wytworzy się w płucach, gdy zwiększą one swą pojemność (bez zaczerpnięcia powietrza) do  $V_2=5,5 \text{ dm}^3$  (ciśnienie początkowe:  $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ). Przyjąć, że pomiarów dokonano w warunkach izotermicznych oraz, że powietrze jest gazem doskonałym, a jego ilość w płucach w czasie pomiarów jest stała.

**Zad.2.** Jaka temperatura ustali się w wyniku mieszania 90kg wody gorącej ( $t_1=90^\circ\text{C}$ ) i 60kg wody zimnej ( $t_2=15^\circ\text{C}$ )?

**Zad.3.** Człowiek może pozbywać się nadmiaru energii cieplnej głównie poprzez promieniowanie, konwekcję i odparowywanie potu. Utratę ciepła dwoma pierwszymi sposobami można oszacować wyliczając tzw. **suchy strumień ciepła** według wzoru:

$$D\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2}\right] = \frac{\Delta T[\text{K}]}{J\left[\frac{\text{Km}^2}{\text{W}}\right]},$$

gdzie:  $\Delta T$  jest różnicą między temperaturą ciała, a temperaturą otoczenia,  $J$  jest wartością termoizolacyjną stroju i wynosi przykładowo dla stroju używanego w warunkach arktycznych  $0,77 \text{ m}^2\text{K/W}$ .

Proszę wyliczyć temperaturę, w której można w takim stroju spać bez obawy zamrożenia (tempo podstawowej przemiany materii w przeliczeniu na jednostkę powierzchni ciała wynosi  $45 \text{ W/m}^2$ ), oraz temperaturę, w której można maszerować bez obawy wychłodzenia ciała (tempo przemiany materii podczas marszu z prędkością  $4 \text{ km/h}$  wynosi  $140 \text{ W/m}^2$ ).

**Zad.4.** Korzystając z tabeli, proszę obliczyć wydajność procesu przyswajania wymienionych w niej substancji.

rodzaj substancji	Ciepło spalania [J/kg]	Ciepło spalania w organizmie [J/kg]
WĘGLOWODANY	$17,2 \cdot 10^6$	$16,7 \cdot 10^6$
BIALKO	$23,4 \cdot 10^6$	$16,7 \cdot 10^6$
TŁUSZCZE	$39 \cdot 10^6$	$37,8 \cdot 10^6$

**Zad.5.** Według Instytutu Żywności i Żywienia zalecany dzienny skład odżywczy dla mężczyzny wykonującego lekką pracę, to: 75g białka, 80g tłuszczu i 345g węglowodanów. Na podstawie tabelki, oszacuj normę na zapotrzebowanie energetyczne dla tego człowieka w kilodżulach i kaloriach (**1kcal~4,2kJ**).

**Zad.6.** Pewien człowiek zjada codziennie ok. 188g węglowodanów, 4,5dag białka oraz 49g tłuszczu. Czy schudnie, jeśli na pracę tzw. zewnętrzną zużywa 12kJ/dzień?

#### Zadania ćwiczeniowe:

**Zad.7.** Do wody ( $m_1 = 4,5 \text{ kg}$ ) o temperaturze  $20^\circ\text{C}$  wrzucono półkilogramową kostkę lodu ( $t_L=-10^\circ\text{C}$ ). Oblicz temperaturę końcową uzyskanej wody, jeśli ciepło właściwe wody  $c_w=4,2 \cdot 10^3 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ , lodu:  $c_L=2,1 \cdot 10^3 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ , a ciepło topnienia lodu  $L=3,36 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$ .

**Zad.8.** Człowiek spożył posiłek o masie 50dag, składający się w 50% z białka, 35% z węglowodanów, a w pozostałej części z tłuszczu. Na jak długo starczy mu energii, jeśli:

- A) będzie ją zużywał tylko na przemianę podstawową materii (minimalna moc potrzebna do podtrzymania procesów życiowych); tempo przemiany podstawowej wynosi 80W
- B) oprócz zużycia „podstawowego” wykonuje on pracę polegającą na podnoszeniu worków o ciężarze 300N na wysokość 1m w tempie średnio 1work/5min.

UWAGA: Założyć, że sprawność organizmu wynosi 20%.

## PODSTAWY BIOFIZYKI

### Lista 5.

#### RUCH RZECZYWISTY – A (MECHANIKA)

##### Zagadnienia:

- mechanika pływania i lotu obiektów fizycznych i organizmów żywych,
- czynniki sił ciągu, nośnej i oporu,
- mechanika ewolucji narciarskich,
- zadania ilustrujące stosowanie praw fizyki do objaśnienia mechanizmów pływania, lotu i jazdy na nartach.

##### Zadania do samodzielnego rozwiązania:

**Zad.1.** Człowiek pokonał marszobiegami odległość 5km. Wylicz średnią moc zużytą przez niego podczas tego wysiłku jeśli wiadomo, że moc zużyta w czasie chodu z prędkością 1m/s jest równa 250W, moc zużyta w czasie biegu z prędkością 4m/s wynosi 1150W oraz:

- 57% trasy pokonał on idąc, a pozostałą część - biegnąc,
- szedł przez 20% trasy, a resztę biegł,
- 100% trasy pokonał idąc,
- 100% trasy pokonał biegnąc.

Po jakim czasie dotarł na miejsce w każdym z powyższych przypadków ?

**Zad.2.** Oblicz moc mechaniczną niezbędną do poruszania się w wodzie z prędkościami  $V_1=1\text{m/s}$  i  $V_2=2\text{m/s}$ . Załóż, że powierzchnia czołowa pływaka wynosi  $S=0,1\text{m}^2$ , a jego współczynnik kształtu  $C=0,7$ .

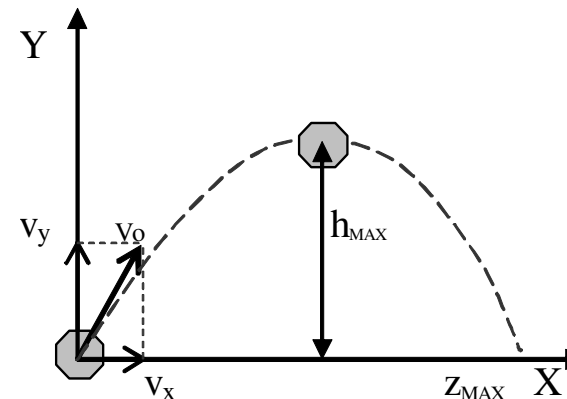
**Zad.3.** Maksymalna chwilowa moc (w przeliczeniu na jednostkę masy ciała) możliwa do wyzwolenia w skoku pionowym wynosi około 60 W/kg. Przyjmując czas odbicia równy  $t=0,1\text{s}$ , oszacować maksymalną wysokość osiąganą w takim skoku.

**Zad.4.** Oblicz jak zmieni się prędkość narciarza o masie (wraz ze sprzętem)  $m=90\text{kg}$  zjeżdżającego ze stoku o nachyleniu  $\alpha = 30^\circ$  w stosunku do poziomu, gdy z pozycji półstojącej ( $S_1=0,43\text{m}^2$ ) przejdzie do pozycji „na jajo” ( $S_2=0,28\text{m}^2$ ). Załóż, że współczynnik kształtu nie zmienia się przy zmianie pozycji i wynosi  $C=0,8$  oraz, że siła tarcia nart o śnieg jest pomijalnie mała w porównaniu z siłą oporu powietrza. Stok jest dość długi, aby osiągnąć na nim stałą prędkość graniczną.

**Zad.5.** Piłkarz wykopuje piłkę w ten sposób, że nadaje jej pionową prędkość równą:  $v_y=25\text{m/s}$  oraz poziomą  $v_x=15\text{m/s}$  (rysunek obok).

- oblicz kąt  $\alpha$ , jaki tworzy wypadkowy wektor prędkości początkowej  $v_0$  z poziomą osią X.
- wypisz wzory na trajektorię ruchu piłki w kierunku poziomym (względem osi X) i pionowym (względem osi Y);

- korzystając z zasady zachowania energii mechanicznej, oblicz maksymalną wysokość  $h$ , na jaką wzniesie się piłka;



Rysunek do zadania 5 i 6

##### Zadania ćwiczeniowe:

**Zad.6.** Skoczek wykonał skok w dal o długości 7m. Na jaką maksymalną wysokość wznosił się on w czasie skoku, jeśli w momencie wybiecia uzyskał prędkość 10m/s. Oszacować kąt wektora prędkości z jaką wybił się skoczek względem podłoża. Pod jakim kątem powinien się wybić, żeby w tych warunkach uzyskać lepszy wynik (dłuższy skok)? Załóż, że nie działały siły oporu; w obliczeniach przyjmij własną masę

**Zad.7.** Człowiek pokonał dystans 1km. Oszacuj straty energii mechanicznej spowodowane koniecznością podnoszenia w czasie chodu środka ciężkości (-energia nie wykorzystana na przesuwanie w kierunku marszu). Obliczeń dokonaj dla swojej masy i załóż, że w każdym kroku środek ciężkości jest podnoszony o: A) 15cm, B) 0,5m, C) 5cm, a krok jest długości 1m.

**Zad.8.** Rekord świata w chodzie sportowym na 5km wynosi 18min 28,8s. Wylisz o ile można zmieniać położenie środka ciężkości, jeśli chce się uzyskać taki wynik. W obliczeniach przyjmij, że długość nogi chodźcy wynosi 0,9m., kąt zawarty między nogami w fazie, w której obie stopy dotykają podłoża (min. położenie OSC) wynosi:

- $60^\circ$ ,
  - $90^\circ$ ,
- a przyspieszenie ziemskie  $g=10\text{m/s}^2$ . Przyjmij, że czas wznoszenia SC jest równy czasowi opadania.

PODSTAWY BIOFIZYKI

Lista 6.

RUCH RZECZYWISTY - B (ENERGETYKA)

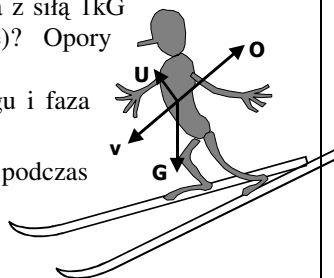
**Zadania do samodzielnego rozwiązania:**

**Zad.1.** Jak duża jest energia potrzebna na podniesienie jednokilogramowego ciężarka na wysokość 1 m? Jaką najmniejszą siłą należy podzielać na ten ciężarek, aby zrównoważyć siłę grawitacji? Opory zaniedbać.

**Zad.2.** Jak duża jest energia potrzebna na przesunięcie pudełka z siłą 1kG na odległość 1 m po doskonale śliskim podłożu (np. lodzie)? Opory zaniedbać.

**Zad.3.** Dwa główne etapy skoku narciarskiego to faza rozbiegu i faza lotu.

- A) Wymienić składowe wypadkowej siły, działającej na skoczka podczas lotu (rysunek).
- B) Jakie czynniki wpływają na długość skoku skoczka? Jakie czynniki ograniczają osiąganie lepszych wyników?

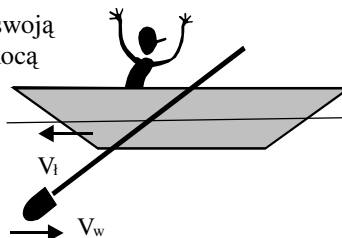


**Zad.4.** Wyznaczyć sprawność energetyczną (czyli stosunek wykonanej pracy mechanicznej do pobranej z pokarmu energii chemicznej) pływaka (z zadania z listy 5, zad.2.) dla prędkości  $v_1=0,55$  m/s i  $v_2=0,9$  m/s, wiedząc, że zużycie tlenu (ponad poziom spoczynkowy) przy tych prędkościach wynosi odpowiednio 1,5 l/min i 3,3 l/min, a przemiana podstawowa (zapotrzebowanie energetyczne w stanie spoczynku) dorosłego człowieka wynosi około 80 W. Przyjmuje się, że pobranie 1cm<sup>3</sup> tlenu związane jest z uzyskaniem 21J energii (wyzwolonej w efekcie spalania tlenowego w organizmie).

**Zadania ćwiczeniowe:**

**Zad.5.** Pewien kolarz siedząc nieruchomo na rowerze zużywa tlen z wdychanego powietrza w tempie 0,28 l/min. Gdy ten sam kolarz jedzie na rowerze pedałując z mocą 100 W, zużywa tlen w tempie 1,24 l/min, a gdy pedałuje z mocą 200 W, tempo zużycia tlenu osiąga wartość 2,3 l/min. Obliczyć:

- A) Jakiej prędkości jazdy po płaskiej szosie odpowiada moc pedałowania 100 W, a jakiej 200 W? Jaki wpływ na wyniki ma nachylenie szosy? (pod górę, z góry, różne kąty nachylenia);
- B) W jakim tempie kolarz zużywa energię (zmniejszał swoją energię wewnętrzną) w spoczynku, przy pedałowaniu z mocą 100 W i 200 W?
- C) W jakim tempie (i jakimi drogami!) kolarz oddawał ciepło do otoczenia w tych trzech przypadkach?
- D) Jaka była jego sprawność energetyczna?



**Zad.6.** Długość wiosła łodzi wioślarskiej wynosi  $L=1,5$ m, natomiast długość odcinka od miejsca przyłożenia siły przez wioslarza do miejsca umocowania wiosła  $l=1$ m. Obliczyć:

- A) moment siły działającej na wiosło jeżeli znana jest siła przyłożona do wiosła,  $F=5$ N;
- B) siłę wywieraną przez wiosło na wodę;
- C) korzystając z zasady zachowania pędu układu łódź-wiosło: pęd łodzi oraz masę wypchniętej wody dla znanych: masy łodzi  $m_l=100$ kg, prędkości łodzi  $v_l=1$ m/s i prędkości 'pchanej' wody  $v_w=5$ m/s;
- D) całkowitą zmianę energii dla danych z poprzedniego podpunktu;
- E) całkowitą zmianę energii dla danych: masy 'pchniętej' wody  $m_w=10$ kg, prędkość wody  $v_w=10$ m/s;
- F) na podstawie powyższych wyników uzasadnij:

*Czy lepiej (energetycznie) jest wiosłować szybciej 'małym' wiosłem, czy wolniej wiosłem 'dużym'?*

**Zad.7.** Załoga wioślarska (o łącznej masie 200 kg) płynie przez jedną minutę z prędkością 4 m/s i jedną minutę z prędkością 6 m/s. Obliczyć:

- A) średnią prędkość łodzi oraz dystans;
- B) pęd łodzi w pierwszym i drugim etapie;
- C) średnią siłę potrzebną na pokonanie siły oporów wody dla współczynnika kształtu  $C=0,2$  i powierzchni czołowej  $S=0,01$ m<sup>2</sup>;
- D) całkowity wydatek energetyczny (mechaniczną pracę) oraz średnią moc;
- E) jak szybko można płynąć, jeżeli zwiększymy moc dwukrotnie?
- F) średnią moc wiosłowania przez 2 minuty z prędkością 5m/s;
- G) Uzasadnij:

*Czy lepiej (energetycznie) jest wiosłować z różnymi prędkościami, jak w przypadku A, czy utrzymując stałą prędkość, jak w przypadku F?*