O B S A H

strana

Předmluva 3
Obsah 5

1. Ú V O D 10

1.1. POJEM BIOMECHANIKY; BIOMECHANIKA TĚLESNÝCH CVIČENÍ 10

1.2. ZÁKLADNÍ ÚKOLY BIOMECHANIKY TĚLESNÝCH CVIČENÍ 10

2. M Ě Ř E N Í A V Y J A D Ř O V Á N Í P O H Y B U 12

2.1. SKALÁRY A VEKTORY 12
2.1.1. Druhy vektorů 13
2.1.2. Sčítání, odečítání (skládání) a rozkládání vektorů 13
2.1.3. Doplňující poznámka k vektorovému počtu 15

2.2. MEZINÁRODNÍ MĚROVÁ SOUSTAVA SI V MECHANICE 16
2.2.1. Základní jednotky 17
2.2.2. Doplňkové jednotky 18
2.2.3. Odvozené jednotky 18
2.2.4. Přehled hlavních (SI) jednotek veličin prostoru a mechaniky 21
2.2.5. Násobky a díly jednotek SI 25

3. S L E D O V Á N Í P O H Y B U Z H L E D I S K A
K I N E M A T I C K É G E O M E T R I E 26

3.1. POHYB BODU 26

3.2. POHYB TĚLESA (ČÁSTI TĚLA) 27
3.2.1. Posuvný pohyb 28
3.2.2. Rotační pohyb 28
3.2.3. Obecný pohyb 29

3.3. LIDSKÉ TĚLO JAKO SOUSTAVA TĚLES 30
3.3.1. Biokinematické řetězce a biomechanismy 31
3.3.2. Současnost pohybů 33
a) Tři současné pohyby 33
b) Základní rozklad pohybu 34

3.4. GEOMETRIE HMOT LIDSKÉHO TĚLA 36
3.4.1. Hmotnost jednotlivých segmentů těla 36
3.4.2. Těžiště segmentů těla 38
3.4.3. Celkové těžiště lidského těla (metody jeho zjišťování) 39
a) Nosníková metoda 40
b) Grafická metoda 41
c) Numerický způsob stanovení těžiště těla 42
3.4.4. Momenty setrvačnosti lidského těla 45
3.4.5. Střed objemu a střed povrchu lidského těla 49
3.4.6. Příklady z geometrie hmot lidského těla 50

strana

4. S L E D O V Á N Í P O H Y B U Z H L E D I S K A
K I N E M A T I K Y 52

4.1. POHYB BODU 52
4.1.1. Rychlost a zrychlení při přímočarém pohybu 52
4.1.2. Přímočarý rovnoměrně proměnný pohyb 54
4.1.3. Rychlost při křivočarém pohybu 55
4.1.4. Zrychlení při křivočarém pohybu 56
4.1.5. Šikmý vrh v podmínkách sportovního pohybu 59
a) Vrh při odvrhové výšce h = 0 60
b) Vrh při odvrhové výšce h ≠ 0 62
4.1.6. Příklady na pohyb bodu 65
a) Grafická derivace 66
b) Hodograf 66
c) Šikmý vrh - příklady 68
d) Jiné příklady kinematiky bodu 68

4.2. POHYB TĚLESA 70
4.2.1. Rychlost a zrychlení při posuvném pohybu 70
4.2.2. Rychlost a zrychlení při rotačním pohybu 71
4.2.3. Rychlosti při obecném rovinném pohybu 73
4.2.4. Zrychlení při obecném rovinném pohybu 75

4.3. POHYBLIVÁ SOUSTAVA TĚLES 77
4.3.1. Rychlosti při pohybu soustavy těles 78
a) Tři současné pohyby 78
b) Rychlosti při základním rozkladu pohybu 79
c) Poznámka k rychlosti pohybu 80
4.3.2. Zrychlení při pohybu soustavy těles 80
a) Zrychlení při základním rozkladu pohybu 80
b) Zrychlení při unášivém rotačním pohybu 81
c) Poznámka ke zrychlení pohybu 84

5. S L E D O V Á N Í P O H Y B U Z H L E D I S K A
P Ů S O B Í C Í C H S I L 85

5.1. POHYBOVÉ ZÁKONY 86
5.1.1. Zákon setrvačnosti 86
5.1.2. Zákon síly 87
a) Základní zákon dynamiky 87
b) Některé důsledky pro tělesná cvičení 88
c) Poznámka k hmotnosti 89
5.1.3. Zákon akce a reakce 90
5.1.4. Statické a dynamické působení sil 91

5.2. PŮSOBENÍ SIL Z HLEDISKA STATIKY 92
5.2.1. Rovinná soustava sil se společným působištěm 93
5.2.2. Prostorová soustava sil se společným působištěm 94
5.2.3. Moment síly; silová dvojice 94
a) Moment síly 94
b) Dvojice sil 95

strana

5.2.4. Obecná rovinná soustava sil 96
a) Početní řešení 97
b) Soustava sil rovnoběžných 98
c) Grafické řešení 99
5.2.5. Poznámka k obecné prostorové soustavě sil 100
5.2.6. Statická rovnováha vnějších sil a reakcí 101
a) Pojem akce a reakce 101
b) Kolmý a šikmý průběh reakce 101
5.2.7. Rovnováha soustavy částí těla 102
a) Síly působící na soustavu 102
b) Doplňující poznámka k průběhu sil 103
5.2.8. Svalová síla 104
a) Druhy kontrakcí 104
b) Velikost izometrické svalové síly 105
c) Svalové smyčky 106
5.2.9. Princip vyšetřování otáčivých účinků prostorových soustav sil 107

5.3. PŘÍKLADY NA STATICKÉ PŮSOBENÍ SIL 109
5.3.1. Vyšetření základních statických poměrů při provádění rozporu na kruzích 109
5.3.2. Tahové síly hlavního extensoru kolenního kloubu a reakce v kloubu 111
5.3.3. Tahová síla abduktoru kyčelního kloubu a reakce v kloubu .. 113
5.3.4. Zatížení obratle 115
5.3.5. Namáhání meziobratlové ploténky 117
5.3.6. Jiné příklady statického působení sil 119

5.4. PŮSOBENÍ SIL Z HLEDISKA DYNAMIKY 120
5.4.1. Zrychlující síly 121
a) Křivočarý pohyb 121
b) Moment síly 121
c) Poznámky k momentu setrvačnosti 121
d) Moment síly tíže 122
5.4.2. Zrychlující síly při obecném pohybu 123
a) Síly vyvolávající posuvný unášivý pohyb 123
b) Síly vyvolávající druhotný (rotační) pohyb 123
5.4.3. Setrvačný odpor 125
a) Doplňková setrvačná síla 125
b) d´Alembertův princip 125
c) Rovnice obsahující reakce 126
5.4.4. Pohybová rovnice rotačního pohybu 127
a) Složková rovnice, rovnice momentová 127
b) Příklad na zjištění námahy osy otáčení 128
5.4.5. Pohybové rovnice obecného rovinného pohybu 129
a) Složková rovnice, rovnice momentová 129
b) Námaha "ramenní osy" 130
c) Dodatek k svalovým momentům sil 132
5.4.6. Časový účinek síly 133
a) Numerická integrace 134

b) Výpočet impulsu síly 137
c) Výpočet kinematických veličin 138
5.4.7. Impuls a hybnost při otáčivém pohybu; točivost při tělesných cvičeních 138

5.5. PŘÍKLADY DYNAMICKÉHO PŮSOBENÍ SIL 142
5.5.1. Síly působící mezi míčem či kotoučem a náčiním 142
5.5.2. Účinek dynamického silového působení na pohybový aparát člověka 144
5.5.3. Dynamické působení na těžiště těla při vertikálním výskoku 148
5.5.4. Dynamické působení na soustavu těles 153
5.5.5. Příklad dynamického působení odporu vzduchu na rychlost při pádu tělesa 155
5.5.6. Jiné příklady dynamického působení sil 157

5.6. ENERGETICKÉ DŮSLEDKY PŮSOBENÍ SIL 158
5.6.1. Mechanická práce 158
a) Práce při konstantní síle 158
b) Práce při proměnné síle 160
c) Grafické znázornění práce 160
d) Práce při rotačním pohybu 160
5.6.2. Mechanická energie 162
a) Potenciální a kinetická energie 162
b) Využití mechanické energie při cvičení 163
c) Práce konzervativních a disipativních sil 164
d) Energie uvolněná vzrušeným svalem 165
e) Mechanická práce vynaložená na protažení elastických elementů svalů 167
5.6.3. Výkon 168
a) Výkon a pohybová výkonnost 169
b) Výkon při některých tělesných cvičeních 170
c) Výkon při anisometrické kontrakci svalu 172
d) Vztah síly k rychlosti kontrakce 173
e) Maximální výkon svalu 174
5.6.4. Účinnost při tělesných cvičeních 176
a) Pojem účinnosti 176
b) Účinnost svalu při kontrakci 177

5.7. PŘÍKLADY ŘEŠENÍ POMOCÍ PRÁCE A ENERGIE 178
5.7.1. Protažení horolezeckého lana při pádu horolezce, brzdná síla lana 178
5.7.2. Zatížení hrazdy při veletoči 179

5.8. TŘENÍ, ODPOR PROSTŘEDÍ 182
5.8.1. Tření 182
a) Smykové tření 182
b) Vliv rychlosti a vody na smykové tření 184
5.8.2. Odpor prostředí 184
a) Tlakový odpor, vztlak 184

strana

b) Některé základní poznatky z tělesných cvičení - lyžování a plavání 185
c) Některé základní poznatky z tělesných cvičení - parašutismus 187
d) Poznámka k rotujícímu tělesu (náčiní) s kruhovým profilem (Magnusův jev) 190
5.9. PŘÍKLADY PŮSOBENÍ ODPORU PROSTŘEDÍ 191
5.9.1. Zatížení parašutisty při otvírání padáku 191
5.9.2. Působení hydrostatických sil na tělo plavce 192

LITERATURA 196