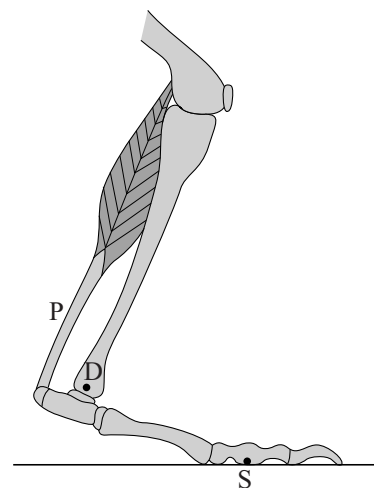


Kangoeroesprongen

Kangoeroes staan bekend om hun enorme sprongen en sprongkracht. Die sprongkracht danken ze aan de speciale bouw van hun achterpoten. De bouw van zo'n poot is weergegeven in figuur 1.

De voet draait rondom punt D in de enkel en steunt in punt S op de grond. De voet is met een spier verbonden via pees P.

figuur 1



- 3p **18** In figuur 1 staat de kangoeroe stil. Leg uit of de kracht in pees P groter is dan, kleiner is dan, of even groot is als de normaalkracht op de voet in punt S. Verwaarloos hierbij de zwaartekracht op de voet.

De pees bestaat uit veerkrachtig materiaal. Tijdens het springen is de maximale spanning in de pees 27 MPa. De pees rekt daarbij 2,5% uit. De uitrekking van de pees is (vrijwel) lineair.

- 3p **19** Bereken de elasticiteitsmodulus van de pees.

De pees brengt de spierkracht over naar de voet, maar dient tevens als een sterke veer. De energie die in de pees wordt opgeslagen noemen we de veerenergie.

Er is een filmpje gemaakt van een springende kangoeroe. Op de uitwerkbijlage zijn zes opeenvolgende beelden van de bewegende kangoeroe weergegeven.

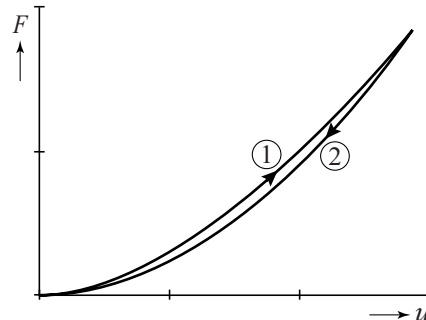
- 3p **20** Geef in de tabel op de uitwerkbijlage aan of voor de aangegeven situaties:
- de zwaarte-energie E_z van de kangoeroe toeneemt (\uparrow), afneemt (\downarrow) of gelijk blijft (=);
 - de veerenergie E_{veer} in de pees toeneemt (\uparrow), afneemt (\downarrow) of gelijk blijft (=).

Tijdens het springen werken de normaalkracht F_n en de zwaartekracht F_z op de kangoeroe.

- 2p **21** Geef op de uitwerkbijlage voor de foto's 1, 3 en 5 aan of F_n groter is dan F_z , kleiner is dan F_z , of gelijk is aan F_z .

Om het rendement van de pees (als veer) te onderzoeken is de uitrekking van de pees gemeten met toenemende kracht (1) en met afnemende kracht (2). Het resultaat staat in figuur 2. De uitrekking als functie van de kracht bleek niet lineair te verlopen. De oppervlakte onder het (F,u) -diagram geeft de arbeid aan.

figuur 2



- 2p **22** Leg met behulp van figuur 2 uit of de pees (als veer) een hoog of een laag rendement heeft.

uitwerkbijlage

20

foto 1 afzet



foto 2 net los van de grond



foto 3 hoogste punt



foto 4 net op de grond



foto 5 laagste punt



foto 6 opnieuw afzet



Omcirkel het juiste alternatief.

	E_z			E_{veer}		
	↑	↓	=	↑	↓	=
van foto 1 naar foto 2	↑	↓	=	↑	↓	=
van foto 2 naar foto 3	↑	↓	=	↑	↓	=
van foto 4 naar foto 5	↑	↓	=	↑	↓	=

21 Omcirkel het juiste alternatief.

In foto 1 is F_n **groter dan / kleiner dan / gelijk aan** F_z .

In foto 3 is F_n **groter dan / kleiner dan / gelijk aan** F_z .

In foto 5 is F_n **groter dan / kleiner dan / gelijk aan** F_z .