

Tentamen Meten van Fysische Grootheden, 29 maart 2017, 18:30-20:45 uur

% INSTRUCTIES:

%

% Kopieer dit bestand direct naar een bestand op het bureaublad met als
% naam: jouwvoornaam_jouwachternaam_jouwstudentnummer.m (dus bijvoorbeeld
% Piet_de_Groot_1234567.m). Dat is het bestand waarin je gaat werken, en
% dat je uiteindelijk inlevert.

%

% Vul (voor de zekerheid) boven Opgave 1 je naam en studentnummer in.

%

% Dit tentamen begint met 10 korte opgaven, gevolgd door twee lange (opgave
% 11 en 12). Vul het antwoord op elke vraag direct onder de vraag in. Bij
% elke vraag is vermeld hoeveel punten je ermee kan verdienen.

%

% De voor de lange vragen benodigde databestanden staan op het bureaublad.

%

% Je hoeft nooit figuren op te slaan; de Matlabcode die je hebt gebruikt om
% figuren te maken is voldoende.

%

% Zet bij grafieken de juiste grootheden en eenheden langs de assen, en
% maak indien nodig een legenda. Als een numerieke waarde van een grootheid
% wordt gevraagd, vermeld hier dan ook de juiste eenheid bij. Voor al deze
% punten geldt: elke keer dat je dit niet doet worden punten afgetrokken.

%

% Sla je bestand tussentijds regelmatig op (met de Save-button of CTRL+s).

%

% Als je additionele m-files schrijft en gebruikt (bijv. voor numerieke
% differentiatie), kopieer deze dan als commentaar (d.w.z. achter %-tekens)
% helemaal onderin het bestand, onder je antwoord op de laatste vraag.

% Additionele m-files kan je namelijk niet apart inleveren.

%

% Sluit Matlab nooit af, ook niet nadat je je antwoorden hebt ingeleverd;
% een enkele keer loopt de PC namelijk vast als je Matlab afsluit, waardoor
% je antwoorden verloren zouden gaan.

%

% Inleveren:

% - Klik op de link "Submit Exam" en log in met je VUnetID.

% - Upload je bestand jouwvoornaam_jouwachternaam_jouwstudentnummer.m en
% klik op inleveren.

% - Groen vinkje? Je bestand is goed ingeleverd, verlaat de zaal in stilte.

%

% Succes!

% Naam:

% Studentnummer:

% Opgave 1. In de specificaties van de Optotrak Certus staat het volgende:
% "Accuracy 0.1 mm". Leg uit wat dit betekent, en beschrijf hoe je deze
% waarde door middel van een meting kunt controleren. (1 punt)

% Opgave 2. Bart meet twee signalen A en B die ieder 1 duidelijke piek
% hebben. Vervolgens bepaalt hij de kruiscorrelatie tussen signaal A en
% signaal B, waarbij signaal A dus in de tijd wordt verschoven. Hij vindt
% een piek in de kruiscorrelatie die 0.78 hoog is bij een tijdverschuiving
% van 0.094 s. Beredeneer hoe hoog de piek zal zijn en bij welke
% tijdverschuiving deze zal liggen als hij de kruiscorrelatie bepaalt
% tussen signalen B en -A. (1 punt)

% Opgave 3. Roos heeft twaalfmaal de lengte van een staafje gemeten door op
% elk uiteinde een Optotrak-marker te plakken, hun posities te meten, en
% hieruit de afstand tussen de markers te bepalen. Ze heeft de volgende
% waarden gevonden: [146.32 146.28 146.26 NaN 146.33 146.30 146.32 NaN
% 146.29 146.27 146.34 146.27] mm. Bepaal het gemiddelde en de
% standaardfout van het gemiddelde van deze metingen. Geef je Matlabcode,
% en typ daarna als commentaar (d.w.z. na een %-teken) de gevonden waarden.
% (1 punt)

% Opgave 4. Vincent wil de bewegingen meten van beide onder- en bovenarmen
% en beide onder- en bovenbenen van een turnster die een oefening doet op
% de evenwichtsbalk. Hij wil daar na afloop de hoekversnellingen van de
% beide kniehoeken en ellebooghoeken uit bepalen. Hij heeft de beschikking
% over een Kinect met twee sensoren (dus eigenlijk twee aan elkaar
% gekoppelde Kinects) en een Optotrak Certus met een enkele cameraeenheid
% ('balk'). Vincent is correct van mening dat beide meetinstrumenten niet
% geschikt zijn voor dit doel. Geef voor elk meetinstrument een argument
% waarom deze niet geschikt is. (1 punt)

% Opgave 5. Bij doellijnttechnologie in het voetbal wordt een systeem met
% meerdere camera's gebruikt om de drie-dimensionale positie van de bal op
% elk tijdstip nauwkeurig te bepalen. De betrouwbaarheid waarmee een
% individuele camera hieraan bijdraagt hangt onder andere af van de afstand
% tussen de bal en de camera. Neem aan dat twee camera's op een bepaald
% moment meten of de bal de doellijn is gepasseerd. Camera 1 geeft aan dat
% de bal 1.0 cm voorbij de lijn is, met een onzekerheid van 0.5 cm, terwijl
% camera 2 aangeeft dat de bal nog 2.0 cm voor de lijn is, met een
% onzekerheid van 1.5 cm. Bepaal uit deze metingen of de bal de lijn is
% gepasseerd, hoever deze zich van de lijn bevindt, en de onzekerheid
% hierin. NB: De genoemde afstanden hebben betrekking op het deel van de
% bal dat zich het dichtst bij de middenstip van het veld bevindt,
% aangezien de bal in zijn geheel de doellijn moet passeren om een doelpunt
% toe te kennen. Geef je Matlabcode, en typ daarna als commentaar (d.w.z.
% na een %-teken) de gevonden waarden. (1 punt)

% Opgave 6. Bij het wereldkampioenschap skien won de Zwitser Beat Feuz de
% afdaling. Hij legde daarbij de afstand van 2920 m af in een tijd van 1
% minuut en 38.910 seconden. Bepaal zijn gemiddelde snelheid en de
% onzekerheid daarin in kilometer per uur. Neem hierbij aan dat de
% onzekerheid in de afstand 5 m is, en die in de gemeten tijd 0.005 s. Geef
% eerst je Matlabcode die je hebt gebruikt om je antwoord te berekenen en
% geef daarna als commentaar (d.w.z. na een %-teken) de gevonden waarden.

% (1 punt)

% Opgave 7. Leg in maximaal twee zinnen uit wat aliasing is, en noem twee
% methoden waarmee je aliasing kunt voorkomen. (1 punt)

% Opgave 8. Sanne heeft een krachtopnemer gekalibreerd. Ze heeft er
% gewichten aan gehangen met massa's van exact 0, 5, 10, 15, 20, 25 en 30
% kg. De krachtopnemer gaf daarbij achtereenvolgens aan: 327, 221, 103,
% -15, -123, -241 en -345 mV. Vervolgens meet ze een kracht waarbij de
% krachtopnemer aangeeft: -178 mV. Bepaal de grootte van deze kracht in N.
% Neem aan dat de grootte van de valversnelling 9.81 m/s^2 bedraagt en dat
% de offset van deze krachtopnemer constant is. (1 punt)

% Opgave 9. Stef meet met een videocamera de bewegingen van een hardloper
% op een lopende band. Tijdens een proefopname constateert hij dat er
% sprake is van onderbelichting. Noem twee maatregelen die Stef kan treffen
% om dit probleem te verhelpen. Licht elke methode kort toe. (1 punt)

% Opgave 10. De amplitudekarakteristiek van een hoogdoorlaatfilter wordt
% voor frequenties onder de 100 Hz goed benaderd door een rechte lijn. Bij
% 80 Hz is de amplitudeverhouding 0.600, en bij 20 Hz is deze 0.0379.
% Bepaal de helling van de amplitudekarakteristiek van dit filter voor lage
% frequenties in dB/octaaf. (1 punt)

% Opgave 11. Inleidende tekst:
% Het bestand emg.mat bevat EMG-signalen van een biceps spier van een
% proefpersoon, allemaal gemeten tijdens dezelfde meetsessie.
% Eerst produceerde de proefpersoon een maximale vrijwillige contractie;
% het toen gemeten EMG-signaal staat in variabele EMG_MVCmeting.
% Vervolgens produceerde de proefpersoon twee minuten lang een ongeveer
% constante, grote, isometrische kracht. Ook toen is het EMG-signaal
% gemeten. De variabelen EMG_constantA en EMG_constantB bevatten ieder een
% interval van 10 s van dit signaal, waarvan er een aan het begin en de
% ander aan het eind van de twee minuten is gemeten. De experimentator is
% echter slordig geweest, en weet niet meer welk van deze twee signalen het
% eerst was gemeten. Beide signalen zijn gemeten in microvolt met een
% bemonsteringsfrequentie van 2000 Hz.

% Opgave 11a. Plot in 1 figuur alle drie de EMG-signalen als functie van de
% tijd. (1 punt)

% Opgave 11b. Bewerk alle drie de EMG-signalen zodanig dat je stoorsignalen
% met frequenties waarvoor zuivere EMG-signalen weinig power hebben zo goed
% mogelijk verwijdert, terwijl je het interessante deel van elk signaal
% niet noemenswaardig aantast. (2 punten)

% Opgave 11c. Bepaal uit de MVC-meting het interval van 500 ms waarin de
% effectieve waarde van dit signaal het grootst was. Geef de indexnummers
% van het eerste en het laatste sample van dit interval. Gebruik hierbij
% het bij Opgave 11b bepaalde signaal. Is Opgave 11b je niet gelukt,
% gebruik dan het oorspronkelijke signaal. (2 punten)

% Opgave 11d. Voer drie analyses uit om te bepalen of signaal EMG_constantA
% of signaal EMG_constantB aan het begin van het interval van twee minuten
% was gemeten. Geef je Matlabcode voor deze analyses, en typ daarna als
% commentaar (d.w.z. na een %-teken) welk signaal volgens jou aan het
% begin was gemeten; licht je antwoord toe. Gebruik hierbij de bij Opgave
% 11b bepaalde signalen. Is Opgave 11b je niet gelukt, gebruik dan de
% oorspronkelijke signalen. (3 punten)

% Opgave 12. Inleidende tekst:
% Een proefpersoon stond met elke voet op een apart plankje. Elke voet was
% vastgemaakt aan het bijbehorende plankje. Op zeker moment draaide het
% linker plankje zodanig dat de voorvoet naar beneden draaide, terwijl de
% hiel niet van positie veranderde. Als gevolg van deze enkelrotatie
% verlengde de voorste scheenbeenspier (tibialis anterior), wat aanleiding
% gaf tot een reflex van deze spier die meetbaar was in het oppervlakte-
% EMG-sigitaal van deze spier.
% Er zijn tegelijkertijd drie signalen gemeten; deze staan allemaal in het
% bestand enkel.mat:
% - Variabele hoek is de hoek van het plankje met de horizontaal, gemeten
% in graden, waarbij negatieve waarden overeenkomen met rotatie omlaag;
% omdat de voet vast zat aan het plankje is deze hoek gelijk aan de
% enkelhoek.
% - Variabele moment is de som van alle momenten werkend op het plankje,
% uitgedrukt in N.m, waarbij negatieve waarden overeenkomen met een naar
% beneden werkend moment.
% - Variabele emg is het EMG-sigitaal van de spier, uitgedrukt in millivolt;
% stoorsignalen zijn al uit dit sigitaal verwijderd.
% Alle drie de signalen werden synchroon gemeten met een bemonsterings-
% frequentie van 2000 Hz.

% Opgave 12a. In het tijdinterval voordat het plankje naar beneden draaide
% was de som van alle momenten op het plankje 0 N.m. De meting van het
% moment bevat echter een offset. Bepaal deze offset, corrigeer het sigitaal
% hiervoor, en typ de gevonden grootte van de offset als commentaar (d.w.z.
% na een %-teken). (1 punt)

% Opgave 12b. De meting van de enkelhoek bevat hoogfrequente ruis van het
% meetsysteem. Verwijder deze ruis zo goed mogelijk uit het sigitaal zonder
% daarbij het interessante deel van het sigitaal aan te tasten, en plot het
% resulterende en het oorspronkelijke sigitaal als functie van de tijd in 1
% grafiek. (2 punten)

% Opgave 12c. Bepaal en plot de hoeksnelheid waarmee het plankje tijdens de
% volledige meting naar beneden draaide als functie van de tijd. Gebruik

% hierbij het bij Opgave 12b bepaalde signaal. Is Opgave 12b je niet
% gelukt, gebruik dan het oorspronkelijke hoeksignaal. (1 punt)

% Opgave 12d. De mechanische arbeid die tijdens de draaiing van het plankje
% is geleverd is gelijk aan de integraal (over de tijd) van het product van
% het moment werkend op het plankje en de hoeksnelheid van het plankje.
% Bepaal de totale mechanische arbeid die tijdens deze meting is geleverd.
% Gebruik hierbij het voor de offset gecorrigeerde moment (bepaald bij
% Opgave 12a) en de bij Opgave 12c bepaalde hoeksnelheid. Is Opgave 12a je
% niet gelukt, gebruik dan het oorspronkelijke moment. Is Opgave 12c je
% niet gelukt, gebruik dan in plaats van de hoeksnelheid de hoek. Typ de
% gevonden totale mechanische arbeid als commentaar (d.w.z. na een
% %-teken). (1 punt)

% Opgave 12e. Bepaal en plot de omhullende van het EMG-signaal. Omdat dit
% het EMG-signaal is van een reflex, niet van een vrijwillige contractie,
% kan het signaal er iets anders uitzien dan je gewend bent. De bepaling
% van de omhullende gaat echter op precies dezelfde manier als bij een
% vrijwillige contractie. Let wel op dat je hierbij voor deze situatie
% geschikte keuzes maakt. NB: stoorsignalen zijn al uit het EMG-signaal
% verwijderd. (2 punten)