Tentamen: Fysica en medische fysica I
Datum: Donderdag 26 maart 2009, 12:00-14:45 uur, in C623, C629, C659
Docent: K.S.E. Eikema

* Alle **8 hoofdvragen** leveren evenveel punten op, die per vraag gelijk zijn verdeeld over de onderdelen.
* Alleen gewone rekenmachines zijn toegestaan,GEEN GRAFISCHE. Geen boek(en).

SUCCES!

1. Je fietst op een vlakke weg, en de fiets heeft **alleen een rem (en de ketting) op het achterwiel**. De luchtweerstand is te verwaarlozen. Teken, en licht de tekening toe, de **richting en de relatieve grootte** van de **statische en/of kinetische** wrijvingskrachten **op de voorband en de achterband**, tijdens

a) voorwaards versnellen,
b) eenparig rechtlijnige snelheid,
c) remmen,
d) een bocht.

2. Een dunne draad breekt als er een gewicht aan hangt van meer dan 120 g.

a) Bij welke spankracht breekt een draad met een tweemaal zo grote diameter van hetzelfde materiaal?
b) Om te meten wat de spankracht F_S in een 1 m lange **horizontaal** opgespannen draad is, hangen we in het midden een testgewicht van 1 g. Het midden van de draad zakt dan 1 cm door. Verwaarloos het gewicht van de draad en de toename in de lengte. Bereken F_S.

3. Een cylindervorming ruimteschip van 4 meter lengte draait om de aarde in een geo-stationaire baan boven de evenaar (altijd op dezelfde plaats boven de aarde dus). Gegeven is dat $G=6.67\cdot10^{-11}$ Nm^2/kg^2, de massa van de aarde $m_{aarde}=5.98\cdot10^{24}$ kg, en de straal van de aarde r_{aarde}=6380 km.,

a) bereken de hoogte waarop het ruimteschip zit t.o.v het aardoppervlak.
b) bereken de snelheid van het ruimteschip
c) Er gebeurt een ramp: een stuk ruimteschroot botst tegen het ruimteschip aan op een van de uiteinden van het ruimteschip!. Het ruimteschip begint te draaien en brokstukken vliegen alle kanten op. Geef aan voor de **kinetische energie, impuls, en impulsmoment**, of ze **tijdens het hele korte moment van de botsing** behouden zijn voor het stuk **ruimteschroot en ruimteschip samen**.
d) Dezelfde vraag als bij c), maar dan een vergelijking tussen vlak voor de botsing, en een tijdje erna.

4. Een massa m wordt voorzichtig aan een veer gehangen (rekt nog niet uit), en daarna losgelaten zodat de veer 22 cm uitrekt voordat de massa weer omhoog komt en gaat oscilleren.

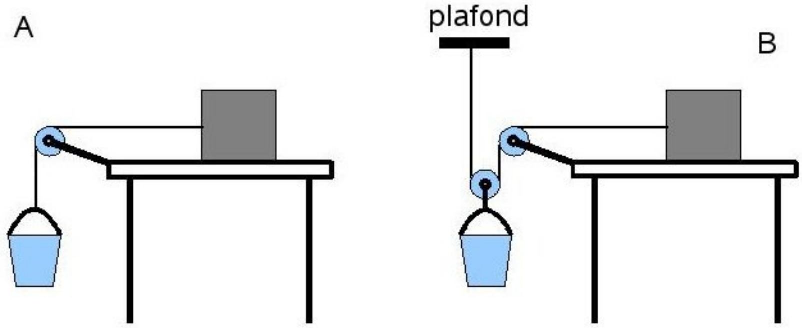
a) Bereken de frequentie van de oscillatie
(Hint: bereken eerst *k* uitgedrukt in *m* uit de gegevens!)
b) Bereken de maximale snelheid gedurende de oscillatie van de massa
c) Geef de positie y als functie van de tijd t in formulevorm, waarbij t=0 en y=0 als de massa losgelaten wordt (denk ook aan de initiële fase).

5. Bij de beroemde fontein van Genève wordt het water door een spuitopening van 6 cm diameter geperst, en bereikt de fontein een hoogte van 100 m.

a) Bereken de snelheid van het water door de spuitopening. Verwaarloos de wrijving van water bij de spuit.
b) De fontein wordt 's winters om financiële redenen uitgezet omdat de fontein een hoop stroom verbruikt. Bereken hoeveel vermogen door de waterpomp moet worden geleverd. Neem voor de dichtheid van water ρ = 1000 kg m^{-3}.

6. Op een tafel staat een blok van 28 kg. Een lege emmer van 1 kg hangt aan een touw, dat over een wrijvingloze katrol verbonden is aan het blok (figuur A). De statische wrijvingscoefficient tussen de tafel en het blok is $\mu_s = 0.45$, terwijl de dynamische wrijvingscoeficient $\mu_d = 0.32$ is. Nu wordt er langzaam steeds meer zand in de emmer gedaan totdat het blok begint te bewegen.

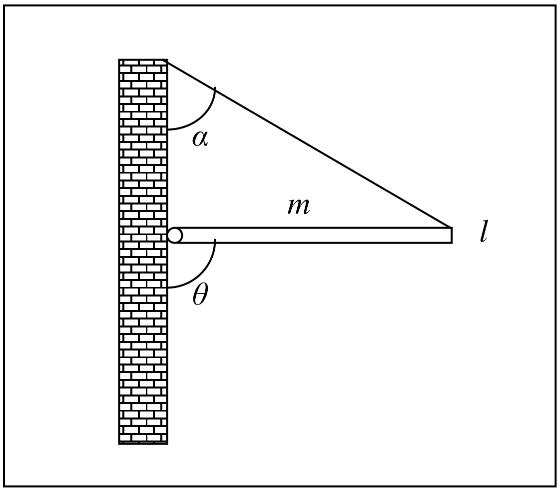
a) Bereken hoeveel zand nodig is om het blok net in beweging te krijgen bij figuur A.
b) Bereken vervolgens de versnelling die de emmer dan krijgt, bij figuur A
c) Stel dat de emmer via een extra enkelvoudige katrol verbonden zit met het blok en de muur zoals in figuur B. Bereken in dit geval ook de benodigde hoeveelheid zand.
d) Bereken ook de versnelling van de emmer als die begint te bewegen bij situatie B.



7. Een uniforme staaf met massa *m* en lengte *l* hangt horizontaal aan een draaipen aan de muur en met het andere uiteinde aan een touw, dat hoger aan de muur is vastgemaakt onder een hoek α (zie figuur). De versnelling van de zwaartekracht is *g*.

a) **<u>Teken</u>** en **<u>bereken</u> alle krachten** (uitgedrukt in *m, g*, *l* en α), die **op de staaf** werken.

b) Het touw wordt doorgeknipt. Bereken met behulp van energiebehoud de snelheid, waarmee het **midden** van de staaf de muur raakt. Het traagheidsmoment van een uniforme staaf is ten opzichte van een uiteinde $I_E = m\, l^2 /3$.



8. Een orgelpijp produceert een toon bij 200 Hz. De pijp is dicht aan de ene kant, en open aan de andere. De geluidsnelheid is 330 m/s.

a) Als de amplitudo van de geluidsgolf met een factor 4 toeneemt, met welke factor neemt dan de intensiteit van het geluid toe?.

b) Een andere orgelpijp produceert een toon die 14 dB zachter is, hoeveel lager is dan de intensiteit?

c) Bereken de golflengte van het geluid

d) Bereken de lengte van de orgelpijp als 200 Hz de laagste frequentie is die de pijp kan voortbrengen.

e) Je beweegt je met 10 m/s van het orgel af. Wat is de frequentie die je hoort?

Formules:

1) Versnelling van de zwaartekracht, $g = 9{,}8\ \mathrm{m\ s^{-2}}$

2) Algemene gravitatiewet, $\mathbf{F}_{12} = -G\dfrac{m_1 m_2}{r^2}\hat{\mathbf{r}}_{21}$ (6-2)

3) Kracht en potentiële energie, $F = -\dfrac{dU}{dx}$ (8-7)

4) 2e wet van Newton, $\Sigma\mathbf{F}_{ext} = \dfrac{d\Sigma\mathbf{p}_i}{dt} = M\mathbf{a}_{CM}$ met $M = \Sigma m_i$ (9-6)

5) Tangentiële versnelling, $a_{\tan} = R\alpha$ (10-5)

6) Radiële versnelling, $a_R = \omega^2 R$ (10-6)

7) Traagheidsmoment, $I = \Sigma m_i R_i^2$ (10-13)

8) 2e wet van Newton voor rotatie, $\Sigma\boldsymbol{\tau} = I\boldsymbol{\alpha}$ (10-20)

9) Impulsmoment van een lichaam om een vaste as, $L = I\omega$ (10-19)

10) Arbeid verricht door een krachtmoment, $W = \int_a^b \boldsymbol{\tau}.\mathbf{d\theta}$ (10-22)

11) Vermogen, $P = \dfrac{dW}{dt} = \boldsymbol{\tau}.\boldsymbol{\omega}$ (10-23)

12) Evenwichtsconditie, $\Sigma\mathbf{F} = 0$ (12-1)

13) Wet van Hooke met veerconstante k, $F = -kx$ (12-3)

14) Elasticiteitsmodulus (Young's modulus), $E = \dfrac{F}{A}\dfrac{L_0}{\Delta L}$ (12-4)

15) Glijdingsmodulus, $G = \dfrac{F}{A}\dfrac{L_0}{\Delta L}$ (12-6)

Vervolg op volgende bladzijde

16) Compressiemodulus, $B = -\Delta P \dfrac{V_0}{\Delta V}$ (12-7)

17) Periode van een harmonische oscillator, $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$ (14-7)

18) Periode van een slinger bij kleine hoeken, $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{L}{g}}$ (14-12)

19) Algemene bewegingsvergelijking voor gedwongen oscillator,

$$m\frac{d^2x}{dt^2} + b\frac{dx}{dt} + kx = F_0 \cos \omega t \qquad (14\text{-}21)$$

20) Golfvergelijking, $\dfrac{\partial^2 D}{\partial x^2} = \dfrac{1}{v^2}\dfrac{\partial^2 D}{\partial t^2}$ (15-16)

Zie volgende blad voor formules 21-23

21) Brekingswet, $\dfrac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} = \dfrac{v_2}{v_1}$ (15-19)

22) Drukgolven, $\Delta P_M = 2\pi\rho v D_M f$ (16-5)

23) Doppler, $f' = \dfrac{f}{1 \pm \dfrac{v_s}{v}}$ & $f' = f(1 \pm \dfrac{v_o}{v})$ (16-9 and 16-10)