



Plak asseblief die
strepieskode-etiket hier

PUNTE-
TOTAAL

--

GRAAD 12-EKSAMEN
NOVEMBER 2021

GEVORDERDEPROGRAM-FISIKA

EKSAMENNOMMER

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tyd: 3 uur

200 punte

LEES ASSEBLIEF DIE VOLGENDE INSTRUKSIES NOUKEURIG DEUR

1. Hierdie vraestel bestaan uit 34 bladsye en 'n Datablad van 2 bladsye (i–ii). Maak asseblief seker dat jou vraestel volledig is.
2. Lees die vrae noukeurig deur.
3. Gebruik die data en formules wanneer ook al nodig.
4. Beantwoord AL die vrae op die vraestel en handig dit aan die einde van die eksamen in. Onthou om jou eksamennommer in die spasie wat hierbo voorsien word, neer te skryf.
5. Diagramme word nie noodwendig op skaal geteken nie.
6. Jy mag 'n goedgekeurde nieprogrammeerbare en niegrafiese sakrekenaar gebruik.
7. Toon ALLE berekeninge, diagramme, grafieke, vergelykings, ens. wat jy gebruik het om jou antwoorde te bepaal. Finale antwoorde alleen sal NIE noodwendig volpunte verdien nie.
8. Antwoorde moet uitgedruk word deur die korrekte beduidende syfers te gebruik.
9. Eenhede hoef nie in die stappe van die berekeninge ingesluit te word nie, maar toepaslike eenhede en beduidende syfers moet in die finale antwoord getoon word.
10. Dit is in jou eie belang om leesbaar te skryf en jou werk netjies aan te bied.
11. Twee blanko bladsye (bladsy 33 en 34) word aan die einde van die vraestel ingesluit. Gebruik hierdie bladsye indien jy te min spasie vir 'n vraag het. Toon die nommer van jou antwoord duidelik indien jy hierdie ekstra spasie gebruik.

VRAAG 1 MEERVOUDIGE KEUSE

Beantwoord hierdie vrae op die meervoudigekeuse-antwoordrooster hieronder.

Maak 'n duidelike kruis (X) in die blok wat ooreenstem met die letter wat jy as korrek beskou.

1.1	A	B	C	D
1.2	A	B	C	D
1.3	A	B	C	D
1.4	A	B	C	D
1.5	A	B	C	D
1.6	A	B	C	D
1.7	A	B	C	D
1.8	A	B	C	D
1.9	A	B	C	D
1.10	A	B	C	D

- 1.1 Die volume van 'n vloeistof is 28,3 ml. Watter van die volgende stelle lesings verteenwoordig die resultate met 'n goeie mate van akkuraatheid maar swak presisie?

	Lesing 1/ml	Lesing 2/ml	Lesing 3/ml	Lesing 4/ml
A	28,3	28,5	28,1	28,4
B	29,0	28,3	27,3	28,6
C	24,3	24,5	24,2	24,1
D	28,3	14,6	28,3	14,6

- 1.2 Om die intensiteit van lig te bepaal, moet ons die energie bepaal wat per tydeenheid na 'n oppervlakte-eenheid oorgedra word. Wat sal die eenheid vir ligintensiteit in SI-basiseenhede wees?

- A $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
- B $\text{kg} \cdot \text{s}^{-2}$
- C $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$
- D $\text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$

- 1.3 Watter van die volgende beskryf latente smeltingswarmte die beste?

- A Die kinetiese energie wat deeltjies tydens smelting verkry.
- B Die potensiële energie wat deeltjies tydens smelting verkry.
- C Die kinetiese en potensiële energie wat deeltjies tydens smelting verkry.
- D Die kinetiese energie wat deeltjies tydens smelting verloor.

1.4 Watter een van die volgende kombinasies lys slegs elementêre deeltjies korrek?

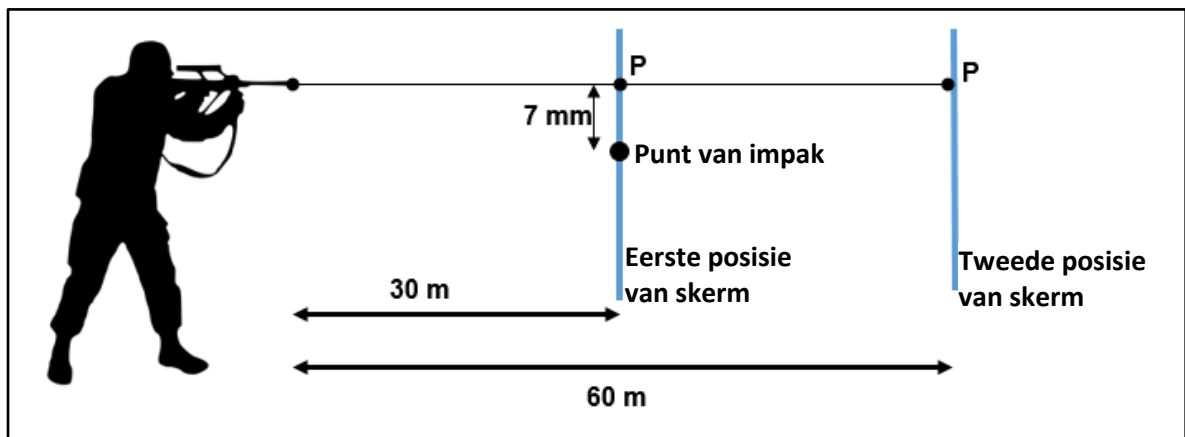
- A elektron, sjarmekwark, tau neutrino
- B boonste kwark, proton, muon
- C tau, afkwark, neutron
- D proton, neutron, elektron

1.5 Die halveringstyd van 'n bepaalde radioaktiewe materiaal is 10 dae. Watter breuk van die monster sal binne 30 dae verval?

- A $\frac{7}{8}$
- B $\frac{1}{8}$
- C $\frac{1}{7}$
- D $\frac{1}{3}$

1.6 By 'n skietbaan word 'n geweer horisontaal na 'n teiken, punt P, op 'n skerm gevuur. Die skerm is 30 m van die geweer af en die koeël tref die skerm by 'n punt 7 mm onder punt P.

Die skerm word na 'n afstand 60 m van die geweer af geskuif en die geweer word vir 'n tweede keer afgevuur.

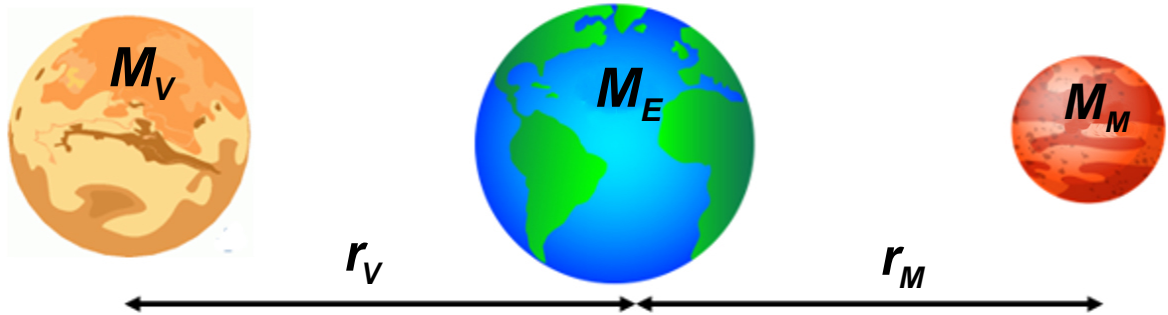


[Bron: Aangepas uit CIE 1982]

Hoe ver onder punt P sal die koeël die skerm tref wanneer die geweer die tweede keer afgevuur word? (Lugweerstand kan geïgnoreer word.)

- A $7\sqrt{2}$ mm
- B 14 mm
- C 49 mm
- D 28 mm

- 1.7 Die Aarde ondervind 'n swaartekrag (F_V) vanweë Venus sowel as 'n swaartekrag (F_M) vanweë Mars. Venus het 'n massa M_V en is 'n afstand r_V van die Aarde af. Mars het 'n massa M_M en is 'n afstand r_M van die Aarde af soos in die diagram getoon. (Die diagram is nie op skaal nie.)



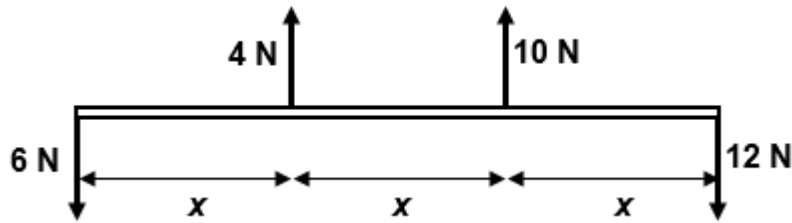
Bepaal die verhouding $\frac{F_V}{F_M}$.

- A $\frac{M_V}{M_M} \left(\frac{r_V}{r_M} \right)^2$
- B $\frac{M_V}{M_M} \left(\frac{r_V}{r_M} \right)$
- C $\frac{M_V}{M_M} \left(\frac{r_M}{r_V} \right)^2$
- D $\frac{M_V}{M_M} \left(\frac{r_M}{r_V} \right)$

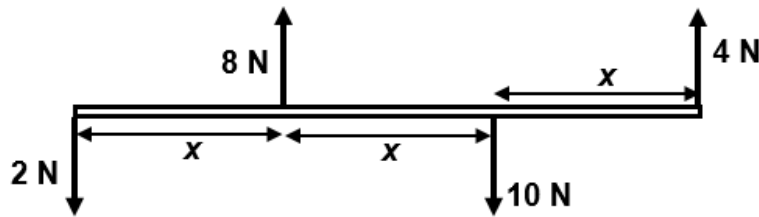
1.8 Vier verskillende kragte werk in op 'n eenvormige balk van lengte $3x$.

Watter van die kragtediagramme hieronder toon 'n stelsel wat draaibeweging sonder enige lineêre beweging veroorsaak?

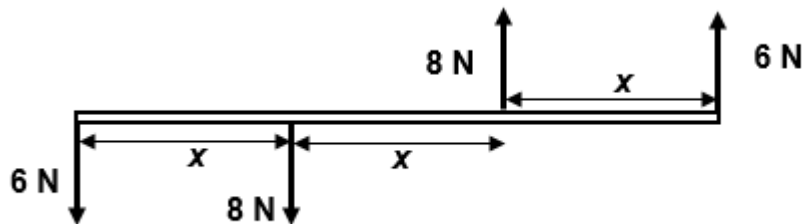
A



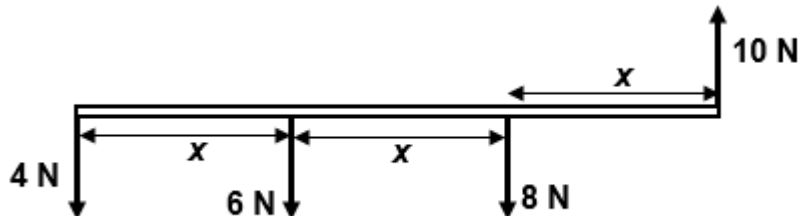
B



C



D



1.9 'n Negatief gelaaide sfeer met 'n massa word op 'n konstante hoogte gehou deur dit in 'n eenvormige elektriese veld te plaas.

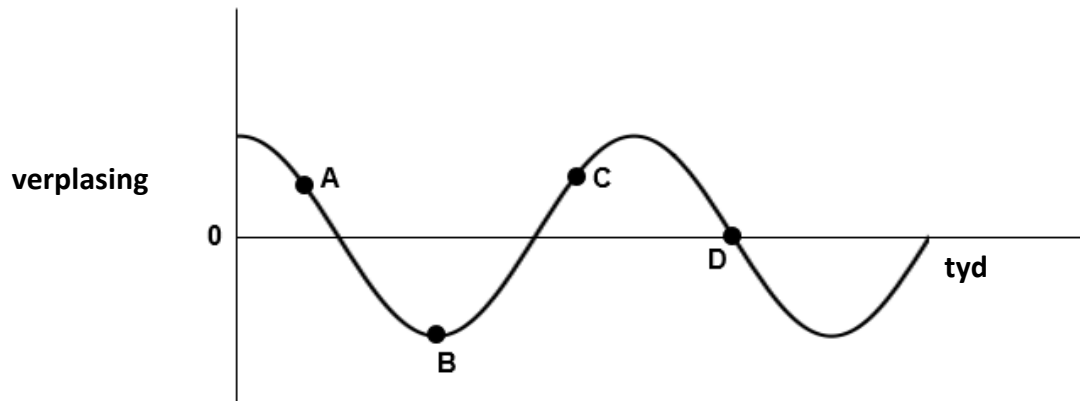
'n Eenvormige magnetiese veld word in dieselfde rigting as die elektriese veld toegepas.

Watter van die volgende kombinasies beskryf die rigting van die velde en die beweging van die sfeer korrek?

	Rigting van die velde	Beweging van die sfeer
A	Afwaarts	Bly stilstaande
B	Afwaarts	Beweeg in 'n horisontale sirkel
C	Opwaarts	Beweeg opwaarts in 'n spiraalbaan
D	Opwaarts	Beweeg afwaarts in 'n spiraalbaan

- 1.10 'n Liggaam voer 'n enkelvoudige harmoniese beweging uit soos in die diagram hieronder getoon.

Watter van die punte wat op die diagram aangedui word, toon 'n punt waar die snelheid en die versnelling van die liggaam in teenoorgestelde rigtings is?



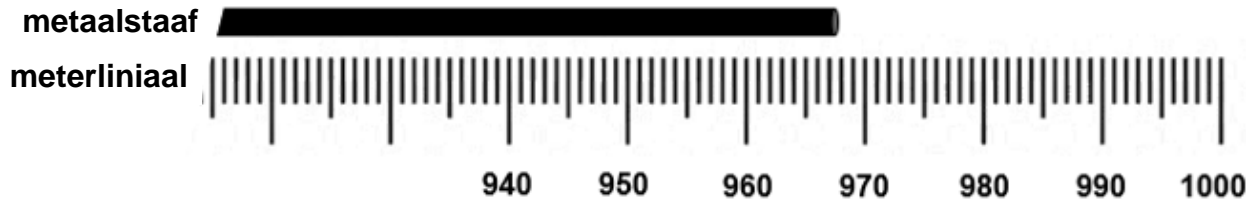
[20]

VRAAG 2 TERMIESE FISIKA

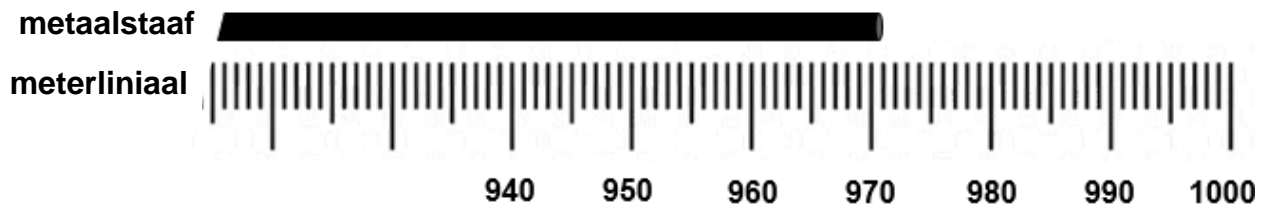
- 2.1 Bepaal die verandering in lengte van 'n metaalstaaf voor en nadat dit verhit is van 25 °C tot 78 °C. 'n Meterliniaal word gebruik om die metings te neem.

Gee alle lesings en antwoorde tot die korrekte getal beduidende syfers en sluit die onsekerhede in alle antwoorde in.

2.1.1 Meting A by 25 ± 1 °C = _____ mm



2.1.2 Meting B by 78 ± 1 °C = _____ mm



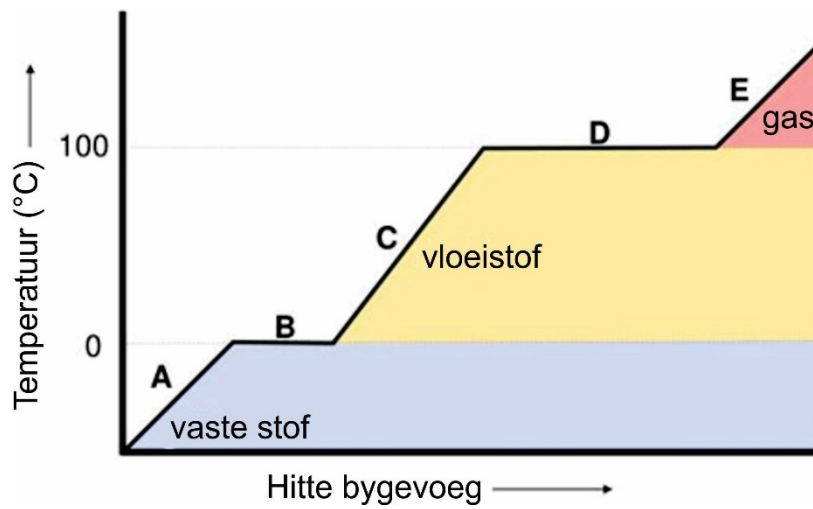
2.1.3 Bepaal ΔL .

(4)

- 2.2 Bepaal die lineêre uitsettingskoëffisiënt vir hierdie metaal. Sluit die absolute onsekerheid in jou finale antwoord in.

(6)

2.3 Die diagram hieronder toon 'n verhittingskromme vir water.



[Bron: Chemistry connections to our changing world]

Verduidelik waarom daar geen toename in temperatuur is gedurende gedeeltes B en D nie.

(3)

- 2.4 Vyf ysblokkies teen $-2,00\text{ }^{\circ}\text{C}$, elkeen met 'n massa van $0,010\text{ kg}$, word by $200,0\text{ g}$ koffie in 'n kartonkoppie gevoeg.

(Nuttige inligting: L_f vir water = $334\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$; smeltpunt van water is $0,00\text{ }^{\circ}\text{C}$; spesifieke warmtekapasiteit vir water en koffie is $4\,190\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ en dié van ys is $2\,050\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.)

- 2.4.1 Definieer *spesifieke warmtekapasiteit* van 'n materiaal.

(2)

- 2.4.2 Die aanvanklike temperatuur van die ysblokkies is $-2,00\text{ }^{\circ}\text{C}$. Gee hierdie temperatuur in Kelvin.

(1)

- 2.4.3 Bepaal die hoeveelheid warmte-energie wat benodig word om die vyf ysblokkies te smelt.

(5)

- 2.4.4 Bepaal die finale temperatuur van die koffie (aanvanklik by $75,0\text{ }^{\circ}\text{C}$) nadat die vyf ysblokkies gesmelt het.

(5)

- 2.4.5 Die finale temperatuur van die koffie word gemeet en die werklike temperatuur is laer as dié wat in Vraag 2.4.4 bereken is. Verduidelik die rede vir hierdie laer temperatuur.

(3)
[29]

VRAAG 3 MATERIE EN KERNFISIKA

3.1 Plutonium-239 $\left({}_{94}^{239}\text{Pu} \right)$ is een van die hoofisotope wat in kernreaktors gebruik word. Hierdie isotoop verval deur die uitstraling van 'n alfadeeltjie (α) tot 'n uraanisotoop.

3.1.1 Hoeveel **afkwarke** is daar in die kern van hierdie isotoop?

(4)

3.1.2 Voltooi die vergelyking vir hierdie verval. Sluit al die nukleongetalle en protongetalle in.

(2)

3.1.3 Die sterk kernkrag is verantwoordelik vir kernstabiliteit.

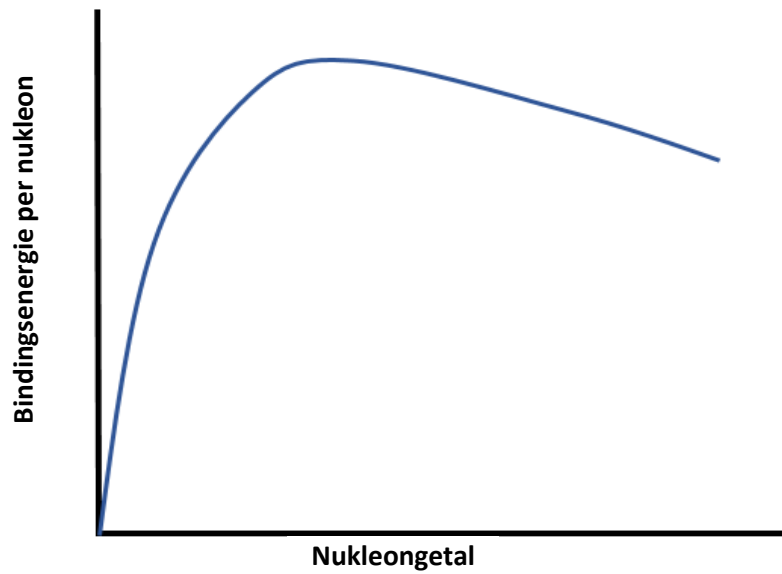
(a) Bespreek die aard van hierdie krag deur TWEE eienskappe van die sterk kernkrag te noem.

(2)

(b) Noem die ruildeeltjies wat met hierdie krag geassosieer word.

(2)

- 3.2 Die diagram hieronder toon die bindingsenergie per nukleon teenoor die nukleongetal vir atoomkerne.



- 3.2.1 Definieer die term *bindingsenergie per nukleon*.

(2)

- 3.2.2 Toon die volgende duidelik op die diagram hierbo:

- (a) Gebied waarin kernklowing plaasvind (merk as A).
- (b) Gebied waarin kernversmelting plaasvind (merk as B).
- (c) Gebied van grootste stabiliteit (merk as C).

(3)

- 3.3 Iewers in die toekoms ontdek wetenskaplikes 'n kernplofkop wat in 2021 vervaardig is. Hulle bevind dat die plofkopmateriaal uit 'n mengsel van die radioaktiewe plutonium $^{239}_{94}\text{Pu}$ en stabiele uraan $^{235}_{92}\text{U}$ bestaan.



- 3.3.1 Verduidelik waarom sommige kerne stabiel is terwyl ander onstabiel is.

(2)

- 3.3.2 Die halveringstyd van die plutonium is 25 000 jaar. Bepaal die vervalkonstante λ .

(3)

- 3.3.3 Die wetenskaplikes ontleed 'n monster uit die plofkop en stel die volgende vas:

Massa van $^{239}_{94}\text{Pu}$ aanwesig = $3,0 \times 10^{-6}$ kg

Massa van $^{235}_{92}\text{U}$ aanwesig = $9,0 \times 10^{-6}$ kg

Aktiwiteit van die $^{239}_{94}\text{Pu}$ in die monster = $4,4 \times 10^6$ Bq

- (a) Wat word met die term *aktiwiteit* bedoel?

(2)

Die wetenskaplikes neem korrek aan dat die uraan 'n neweproduk van die verval van die plutonium is.

(Onthou $n = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$)

- (b) Watter breuk van die oorspronklike plutoniumatome het onvervalle gebly?

(5)

- (c) Hoe ver in die toekoms sal die wetenskaplikes hierdie plofkop ontdek?

($x = x_0 e^{-\lambda t}$)

(3)

[30]

VRAAG 4 ASTROFISIKA EN KOSMOLOGIE

Alhoewel ons Son 'n ster van gemiddelde grootte is, is dit die belangrikste bron van energie op Aarde.

4.1 Wat is die hoofenergiebron van sterre?

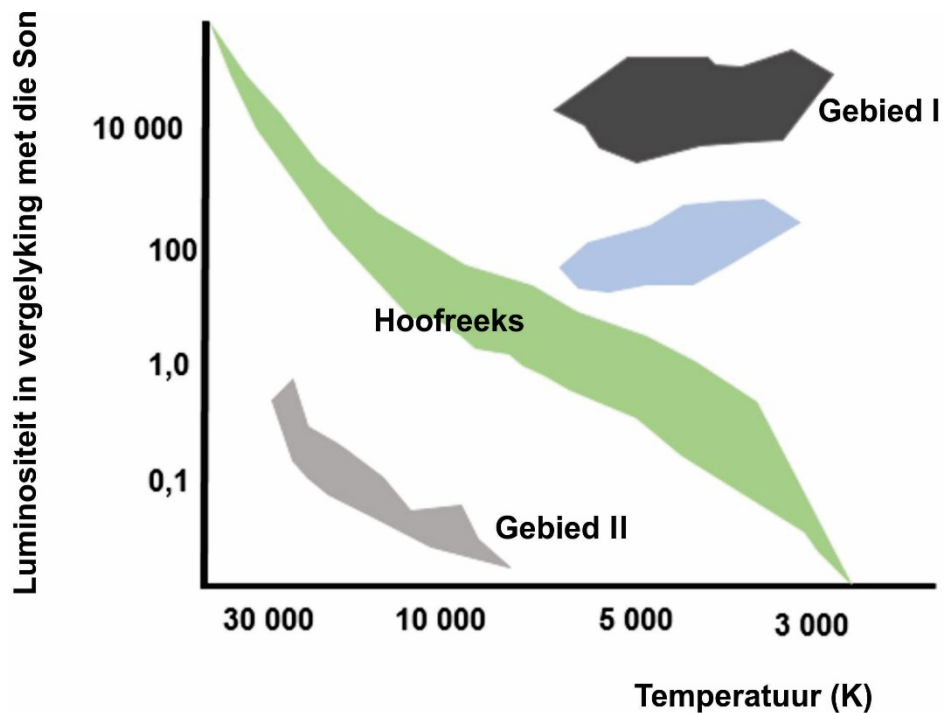
(2)

4.2 Die oppervlaktemperatuur van die Son is ongeveer 5 800 K. Dit is slegs 'n breukdeel $\left(\frac{3}{20}\right)$ van die oppervlaktemperatuur van een van die warmste sterre, Eta Carinae.

Gebruik Wien se verplasingswet om die maksimum golflengte te bereken waarteen energie van Eta Carinae uitgestraal word.

(4)

- 4.3 Die figuur hieronder toon 'n HR-diagram wat die algemene gebiede van stertipes voorstel.



- 4.3.1 Identifiseer die algemene stertipes wat aangetref word in die gebiede wat op die diagram aangedui word.

(a) Gebied I

(b) Gebied II

(2)

- 4.3.2 Gebruik 'n groot kruis om die posisie van ons Son op die HR-diagram hierbo te toon.

(1)

- 4.3.3 Begin by hierdie kruis en trek die evolusionêre pad van 'n ster soos ons Son op die HR-diagram hierbo.

(2)

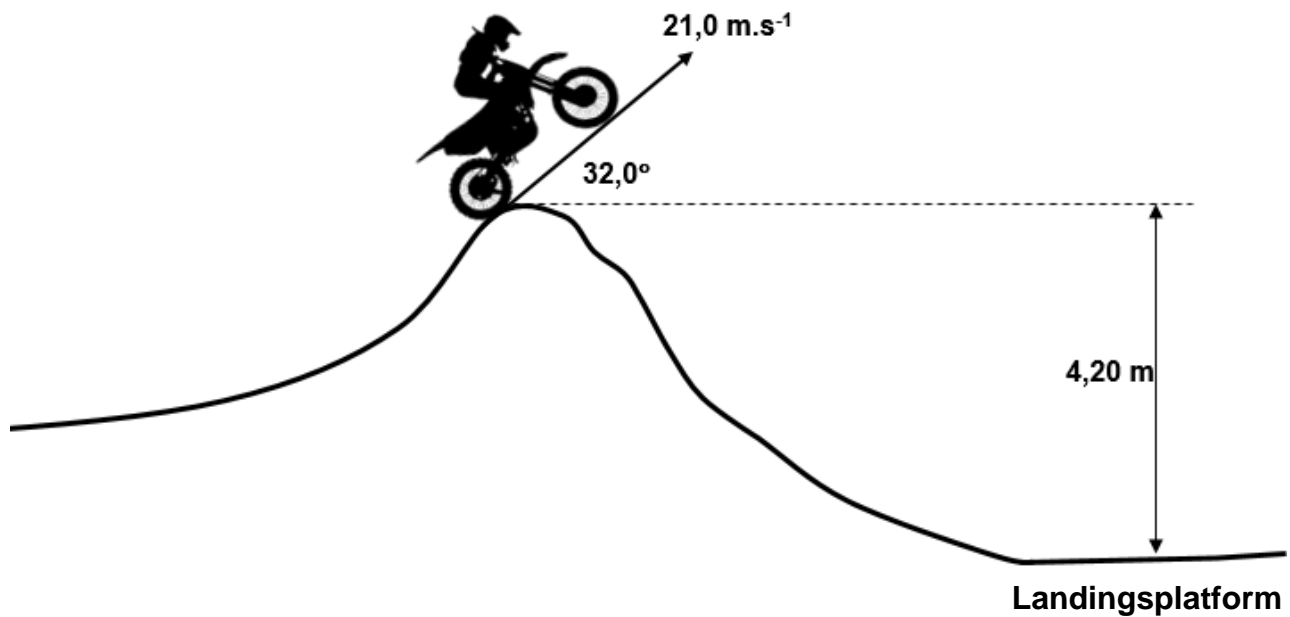
- 4.4 Slegs 5% van die heelal bestaan uit gewone materie. Bespreek kortliks hoe galaktiese rotasiekrommes bewys lewer van donker materie. (Jy kan sketsgrafieke gebruik om jou bespreking te ondersteun.)

(3)
[14]

VRAAG 5 PROJEKTIELBEWEGING

Robbie Maddison, die wêreldrekordhouer vir die langste motorfietssprong, oefen op ruwe terrein.

Die diagram hieronder toon sy motorfiets wat 'n heuwel teen 'n hoek van $32,0^\circ$ met die horisontale lyn verlaat teen 'n snelheid van $21,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Die landingsplatform is $4,20 \text{ m}$ laer as die beginpunt.



5.1 Bereken die maksimum hoogte wat die motorfiets bo die landingsplatform bereik.

(5)

5.2 Hoe ver vorentoe beweeg die motorfiets vanaf die beginpunt?

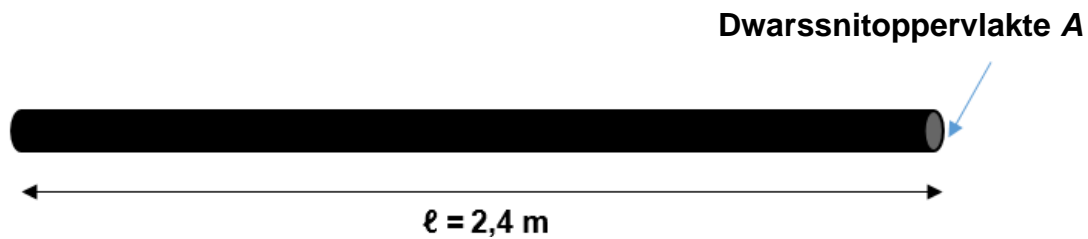
[illegible]

5.3 Bereken die snelheid van die motorfiets wanneer dit die landingsplatform bereikt.

(7)
[18]

VRAAG 6 VISVANG EN WRINGKRAG

- 6.1 'n Eenvormige stewige staaf van lengte ℓ word hieronder getoon. Die staaf het 'n lengte van 2,4 m.



[Bron: CIE 2020]

Die staaf het 'n gewig W van 5,6 N en is gemaak van hout met 'n digtheid van $\rho = 780 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Om die dwarssnitoppervlakte van die staaf te bepaal, gebruik Amy die volgende vergelyking:

$$W = \rho Vg$$

- 6.1.1 Gebruik basiseenhede om te bewys dat die vergelyking homogeen is.

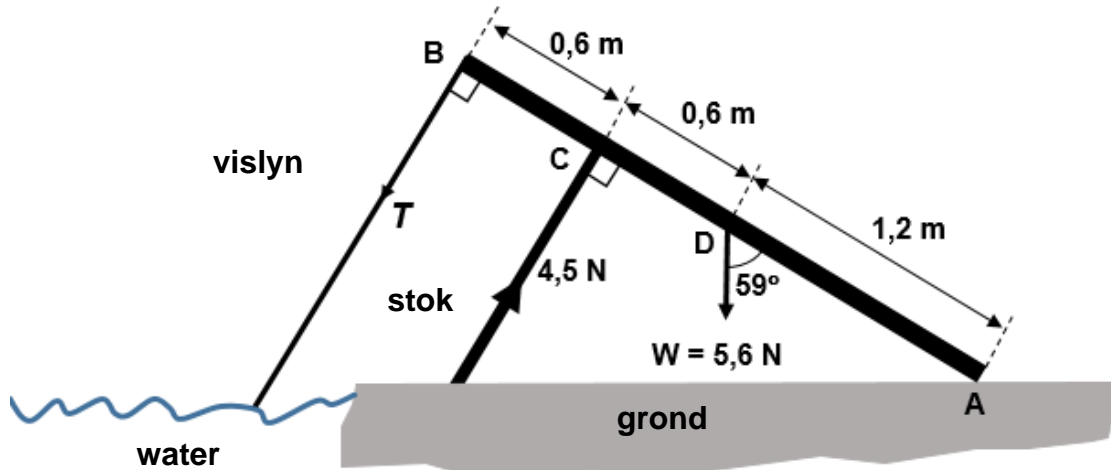
(3)

- 6.1.2 Bereken die dwarssnitoppervlakte van die staaf in mm^2 .

(3)

- 6.2 Die staaf word gebruik om vis te vang. Punt A van die staaf rus op die grond en 'n vislyn word aan punt B vasgemaak. 'n Stok word by punt C loodreg teen die staaf geplaas om die staaf te ondersteun. Die gewig van die staaf werk by punt D.

Alle kragte en afstande word in die diagram hieronder getoon.



[Bron: CIE 2020]

Die spankrag, T , in die vislyn is loodreg op die staaf en die staaf is stilstaande teen 'n hoek van 59° met die vertikale lyn.

- 6.2.1 Verduidelik waarom hierdie stelsel as in ewewig beskou kan word.

(2)

- 6.2.2 Toon dat die komponent van die gewig wat loodreg op die staaf is, 4,8 N is.

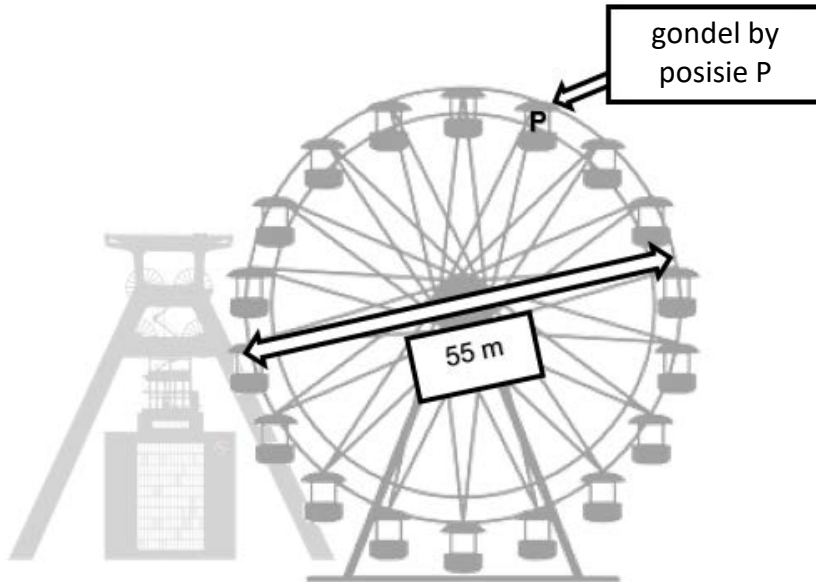
(1)

- 6.2.3 Gebruik wringkrag om die grootte van die spankrag, T , in die vislyn te bereken.

(3)
[12]

VRAAG 7 DRAAIBEWEGING EN DATAONTLEDING

- 7.1 Gold Reef City is die tuiste van die grootste Ferriswiel in Suid-Afrika. Die groot wiel by Gold Reef City het 'n deursnee van 55 m en dit neem 'n gondel 8 minute om 'n volle omwenteling te voltooi.



- 7.1.1 Bereken die afstand wat 'n gondel beweeg wanneer dit deur 0,60 radiale roteer.

(2)

- 7.1.2 Verduidelik waarom die gondel versnel selfs al draai die wiel teen 'n konstante spoed.

(2)

- 7.1.3 Skets 'n pyl (op die diagram hierbo) om die resulterende krag wat op die gondel inwerk voor te stel wanneer dit by posisie P is soos getoon.

(1)

7.1.4 Bereken die middelpuntsoekende versnelling van 'n gondel.

(5)

7.2 Kommunikasiesatelliete word 36×10^3 m weg van die ewenaar van die Aarde in geostasionêre wentelbane geplaas.

7.2.1 Noem twee toestande wat moet geld vir 'n satelliet om in 'n geostasionêre wentelbaan te wees.

(2)

7.2.2 Gebruik die betrokke kragte wat op 'n satelliet inwerk om te toon dat die spoed v van 'n satelliet in 'n sirkelwentelbaan van radius r om 'n planeet van massa M , gegee word deur die vergelyking:

$$v^2 = \frac{GM}{r}$$

(3)

'n Onderzoek word gedoen deur 'n aantal satelliete op verskillende afstande r van die middelpunt van die Aarde af te gebruik en die snelheid v van elke satelliet op elke afstand te meet.

Die resultate wat vir $\frac{1}{r}$ en v^2 verkry is, word in die tabel hieronder getoon. Die onsekerhede in v^2 is bereken op grond van die onsekerhede wat in die tydperk verkry is en word in die tabel ingesluit.

$\frac{1}{r} / \times 10^{-7} \text{ m}^{-1}$	$v^2 / \times 10^7 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
1,52	$6,2 \pm 0,7$
1,40	$5,7 \pm 0,7$
1,10	$4,4 \pm 0,6$
0,94	$3,8 \pm 0,6$
0,52	$2,1 \pm 0,5$
0,32	$1,3 \pm 0,3$

7.2.3 Op die grafiekpapier wat op bladsy 25 voorsien word:

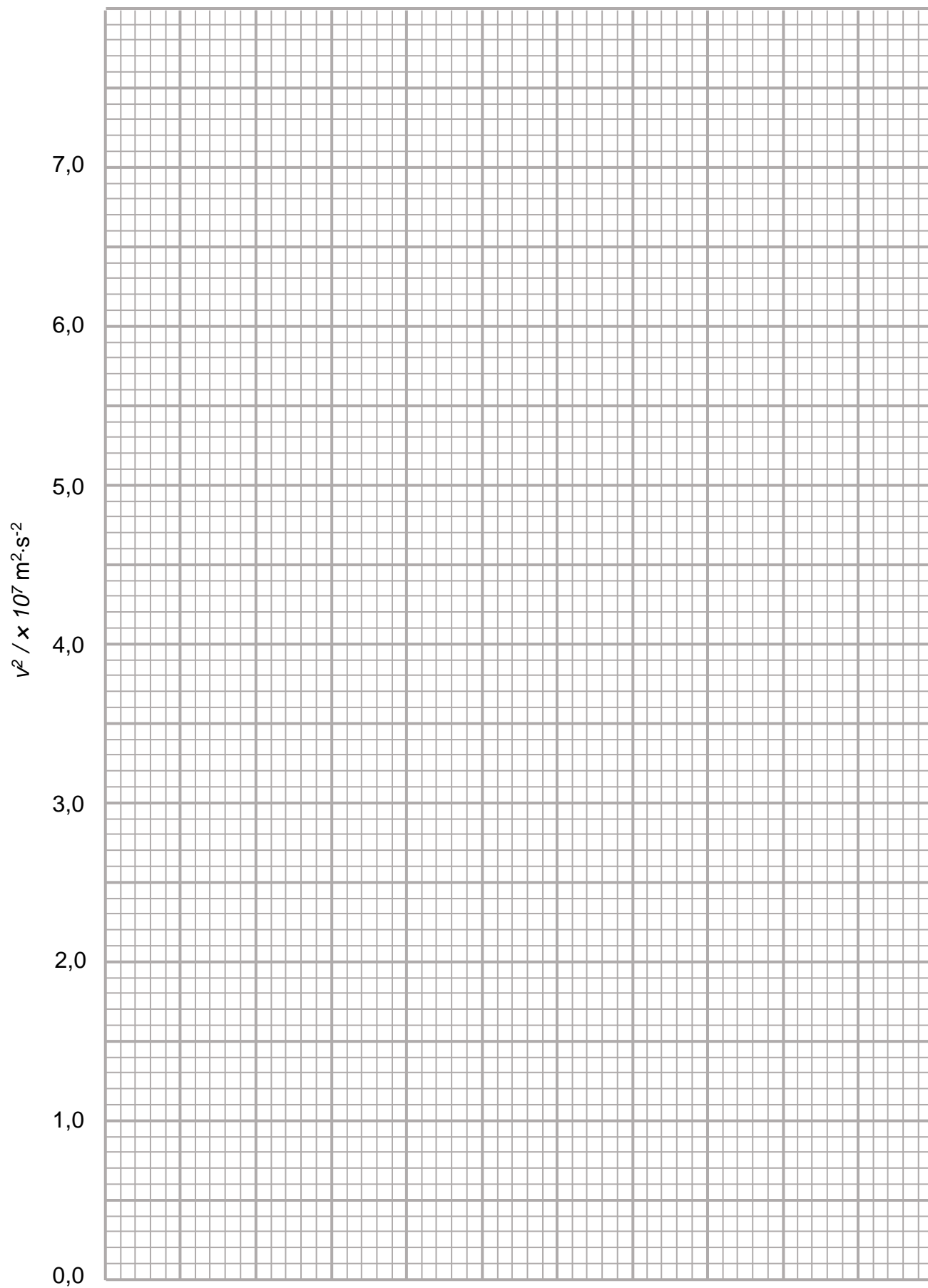
- (a) Stip 'n grafiek van v^2 teenoor $\frac{1}{r}$. (4)

- (b) Sluit die foutstawe vir v^2 op jou grafiek in. (4)

- (c) Trek die lyn van beste passing sowel as die steilste, mins aanvaarbare lyn op jou grafiek. Benoem hierdie lyne duidelik. (3)

- (d) Noem die verwantskap wat deur jou grafiek aangedui word. Motiveer jou antwoord deur na jou grafiek te verwys.

(3)



7.2.4 Bepaal die gradiënt van jou lyn van beste passing. Toon duidelik hoe jy waardes uit jou grafiek verkry het en sluit 'n absolute onsekerheid in jou antwoord in.

[illegible]

(8)

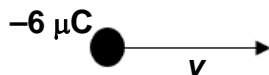
7.2.5 Gebruik die vergelyking $v^2 = \frac{GM}{r}$ sowel as die gradiënt wat in Vraag 7.2.4 bereken is om die waarde van G te bepaal.
(Massa van die Aarde = $5,98 \times 10^{24}$ kg.)

(3)

[40]

VRAAG 8 GELAAIDE DEELTJIES IN ELEKTRIESE EN MAGNETIESE VELDE

- 8.1 Die figuur hieronder toon twee parallelle plate wat 'n afstand van 35 mm van mekaar af in 'n vakuum geplaas word. 'n Deeltjie met 'n lading van $-6 \mu\text{C}$ gaan die eenvormige elektriese veld van $400 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$ binne met 'n snelheid v van $500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ soos in die diagram hieronder getoon.



- 8.1.1 Noem die rigting van die elektriese krag wat op die gelaaide deeltjie inwerk. Noem slegs opwaarts (na die negatiewe plaat), afwaarts (na die positiewe plaat), na links, na regs, uit die bladsy uit of in die bladsy in.

(2)

- 8.1.2 'n Magnetiese veld word tussen die plate aangeskakel om te verseker dat die gelaaide deeltjie met 'n konstante snelheid voortgaan.

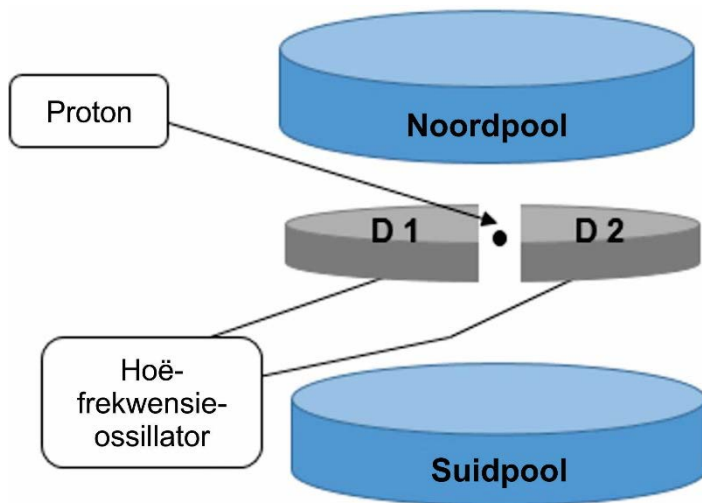
- (a) Bereken die grootte van die magnetiese veld wat benodig word om te verseker dat die lading 'n konstante snelheid tussen die plate het.

(3)

- (b) Gee die vereiste rigting van die magnetiese veld.

(2)

- 8.2 Siklotrone word wêreldwyd gebruik om radionuklide vir kernmedisyne te produseer. Die diagram hieronder is 'n skematiese voorstelling van die struktuur van 'n siklotron. D1 en D2 word loodreg op die magnetiese veld B van 1,3 T geplaas.



8.2.1 Noem die hoof funksie van die volgende:

- (a) Die magnetiese veld

(2)

- (b) D1 en D2

(2)

8.2.2 Die proton bereik D2 met 'n spoed van $7,5 \times 10^5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Bepaal die radius van die sirkelbaan wat die proton oor D2 volg.

(5)

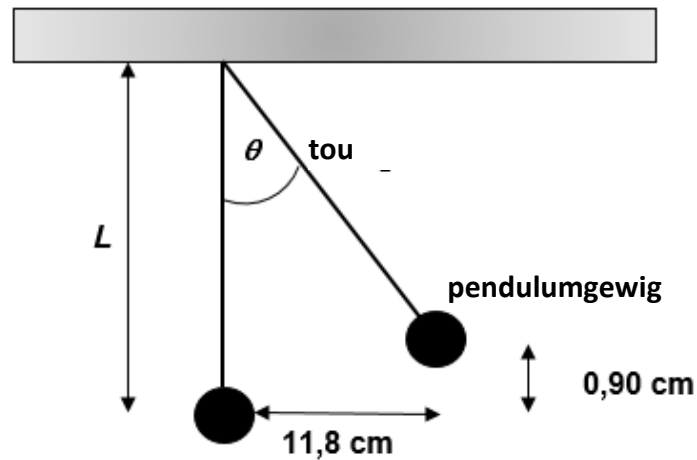
Daar is slegs ongeveer 70 sinchrotrone in die wêreld in vergelyking met meer as 1 500 siklotrone.

8.2.3 Noem twee voordele van 'n sinchrotron bo 'n siklotron.

(2)
[18]

VRAAG 9 OSSILLASIES

'n Eenvoudige pendulum bestaan uit 'n metaalpendulumgewig wat aan 'n tou van lengte L hang.



Die gewig van massa 88,0 g word na regs verplaas deur 'n horisontale afstand van 11,8 cm en 'n vertikale afstand van 0,90 cm. Die gewig word vrygelaat sodat dit met enkelvoudige harmoniese beweging ossilleer.

9.1 Wat word met *enkelvoudige harmoniese beweging* bedoel?

(2)

9.2 Bepaal die **totale** energie van die stelsel.

(3)

- 9.3 Skets 'n grafiek van die potensiële energie teenoor tyd vir twee volledige ossillasies van die gewig. Toon slegs reeds berekende waardes.



(4)

- 9.4 9.4.1 Teken 'n benoemde kragtediagram van die pendulumgewig wanneer die tou teen 'n hoek θ is. Sluit θ in jou diagram in.

(3)

- 9.4.2 Bepaal 'n uitdrukking vir die herstelkrag wat op die gewig inwerk vir 'n klein hoek, θ .

(2)

- 9.4.3 Gebruik jou antwoorde op Vraag 9.4.1 en 9.4.2 om die uitdrukking vir die versnelling van 'n eenvoudige pendulum vir 'n klein hoek, θ , af te lei.

(3)

- 9.4.4 Toon vervolgens dat vir 'n eenvoudige pendulum, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$.

(2)
[19]

Totaal: 200 punte

BYKOMENDE SPASIE (ALLE vrae)

ONTHOU OM DUIDELIK BY DIE VRAAG AAN TE DUI DAT JY DIE BYKOMENDE SPASIE GEBRUIK HET OM TE VERSEKER ALLE ANTWOORDE WORD NAGESIEN.

