



Plak asseblief die
strepieskode-etiket hier

PUNTE-
TOTAAL

--

INTERNASIONALE SEKONDÊRE SERTIFIKAAT-EKSAMEN
NOVEMBER 2023

VERDERE STUDIES FISIKA

EKSAMENNOMMER

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

Tyd: 3 uur

200 punte

LEES ASSEBLIEF DIE VOLGENDE INSTRUKSIES NOUKEURIG DEUR

1. Hierdie vraestel bestaan uit 32 bladsye en 'n Datablad van 2 bladsye (i–ii). Maak asseblief seker dat jou vraestel volledig is.
2. **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 voorsien word, neer te skryf.**
3. Gebruik die data en formules wanneer ook al nodig.
4. Toon ALLE berekeninge, diagramme, grafieke, vergelykings, ens. wat jy gebruik het om jou antwoorde te bepaal duidelik. Finale antwoorde alleen sal NIE noodwendig volpunte verdien nie.
5. Eenhede hoef nie in die stappe van die berekeninge ingesluit te word nie, maar toepaslike eenhede moet in die finale antwoord getoon word.
6. Antwoorde moet uitgedruk word deur die korrekte beduidende syfers te gebruik.
7. Dit is in jou eie belang om die vrae noukeurig te lees, leesbaar te skryf en jou werk netjies aan te bied.
8. DRIE blanko bladsye (bladsy 11, 30 en 31) en 'n bykomende grafiekrooster (bladsy 32) word in 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.

SLEGS VIR KANTOORGEBRUIK: NASIENER MOET PUNTE INSKRYF

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	Totaal
Punt									
Nasienvoorletters									
Gemodereerde punt									
Moderatorvoorletters									
Vraag totaal	20	21	28	34	21	35	23	18	200
Hernagesien									
Voorletters									
Kode									

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 frekwensie van 'n voorwerp wat ossilleer, is 8,6 MHz. Wat is die frekwensie wanneer dit uitgedruk word in kilohertz? (2)

- A 0,0086 kHz
- B 8,60 kHz
- C $8,6 \times 10^{-3}$ kHz
- D $8,6 \times 10^3$ kHz

1.2 Water van die volgende gee die basiseenhede vir kinetiese energie korrek? (2)

- A $m \cdot a \cdot \Delta x$
- B $N \cdot m$
- C $kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$
- D $kg \cdot m^{-2} \cdot s^{-2}$

1.3 Water een van die volgende stellings oor die spesifieke latente verdampingswarmte (L_v) en die spesifieke latente smeltingswarmte (L_f) van 'n materiaal is waar? (2)

- A $L_v > L_f$
- B $L_v < L_f$
- C $L_v = L_f$
- D $L_v \geq L_f$

- 1.4 Hoeveel hadrone, barione en mesone is daar in 'n kern van ${}^{58}_{28}\text{Ni}$? (2)

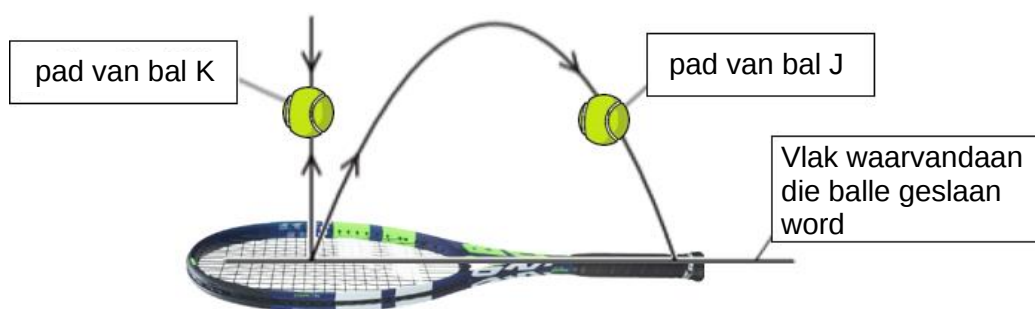
	hadrone	barione	mesone
A	58	28	30
B	28	28	0
C	86	30	28
D	58	58	0

- 1.5 Die kern van 'n radioaktiewe nuklid ondergaan beta-minus-verval, dan alfaverval en dan weer beta-minus-verval. (2)

Watter een van die stellings hieronder is waar vir die volgnuklid wat gevorm word?

- A Dit behoort nou aan 'n ander element en het 'n hoër protongetal.
 B Dit behoort nou aan 'n ander element en het 'n laer protongetal.
 C Dit is 'n isotoop van die oorspronklike element.
 D Dit behoort steeds aan dieselfde element, maar het 'n ander protongetal.
- 1.6 Watter een van die stellings oor donker materie en donker energie hieronder is NIE waar nie? (2)
- A Gewone materie maak 5% van die heelal uit, terwyl donker materie 26% en donker energie 69% uitmaak.
 B Die feit dat die snelheid van sterre afneem namate ons van die middelpunt van die sterrestelsel na die buiterand beweeg, lewer bewys van die bestaan van donker materie.
 C Donker energie laat die heelal uitsit.
 D Ons kan donker materie bespeur deur gravitasielensing waar te neem, wat verskuiwings in lig toon wanneer dit verby voorwerpe met massa beweeg.

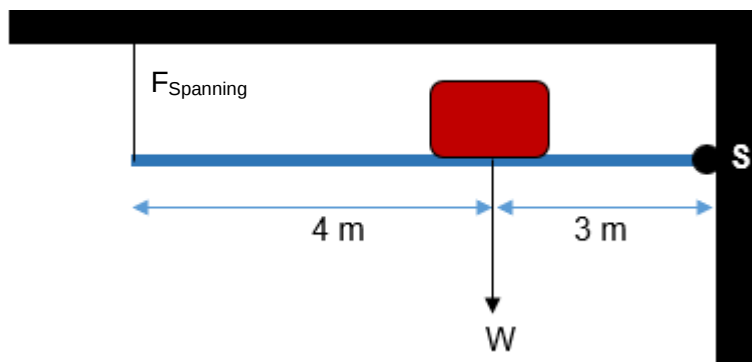
- 1.7 'n Tennisspeler slaan twee identiese tennisballe, K en J, van dieselfde hoogte bokant die grond in die lug op en hulle bereik dieselfde maksimum hoogte, soos getoon.



Bal K word vertikaal opwaarts geslaan en bal J word teen 'n hoek met die horisontaal geslaan. Watter een van die volgende groothede sal gelyk wees vir bal K en J?

- A Hul snelheid by die maksimum hoogte.
 B Hul aanvangsnelheid.
 C Die tyd wat hulle neem om die grond te bereik.
 D Die afstand wat hulle afgelê het wanneer hulle die grond bereik. (2)

- 1.8 'n Eenvormige massabalk W skarnier by punt S teen 'n muur. Die balk ondersteun 'n massablok W soos in die diagram hieronder getoon. Wat moet die krag, F_{Spanning} , wees om die balk in posisie te hou? (2)



- A $\frac{3}{7} W$
- B $\frac{13}{14} W$
- C $\frac{14}{13} W$
- D $\frac{7}{3} W$
- 1.9 'n Massadeeltjie m ondergaan enkelvoudige harmoniese beweging met amplitude A en frekwensie f . Watter een van die volgende uitdrukkings verteenwoordig die totale energie van die deeltjie? (2)
- A $2\pi^2 m f^2 A^2$
- B $2\pi^2 m f A^2$
- C $4\pi^2 m^2 f^2 A$
- D $4\pi^2 m f^2 A^2$
- 1.10 Deeltjies word in 'n siklotron versnel deur 'n kragveld te gebruik.

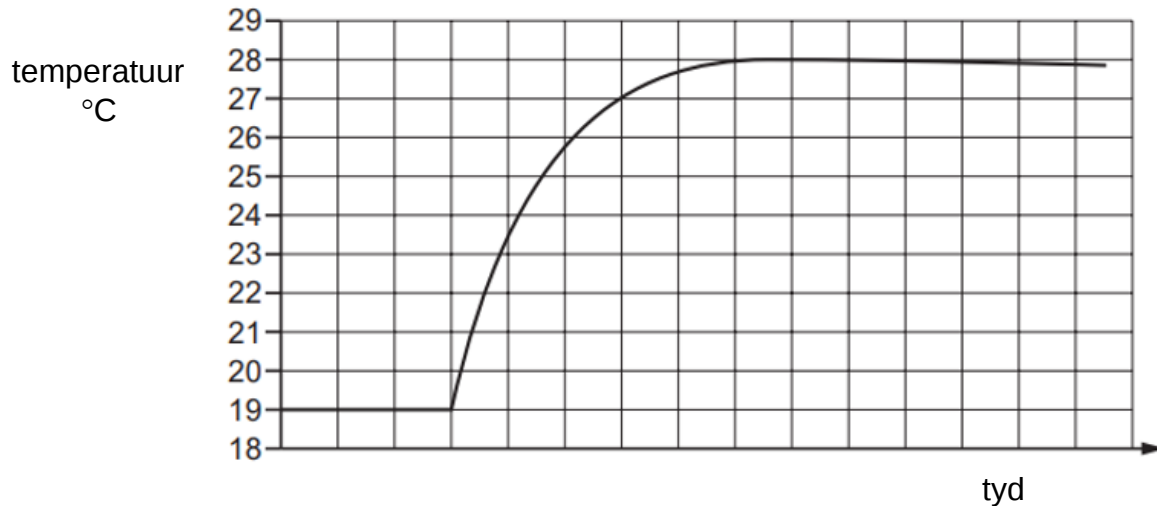
Watter een van die volgende kombinasies van deeltjie(s) en veld(e) sal slegs 'n toename in die spoed van die deeltjie veroorsaak? (2)

	deeltjie	veld
A	elektron	magnetiese en elektriese veld
B	neutron	magnetiese en elektriese veld
C	neutron	slegs magnetiese veld
D	proton	slegs elektriese veld

[20]

VRAAG 2 TERMIESE FISIKA

'n Aluminiumbal van 330 g, by 'n temperatuur van 112 °C, word in 'n maatsilinder in 670 g (670 cm³) water by 19 °C laat val. 'n Temperatuursensor word gebruik om die wisseling van die temperatuur van die water met tyd aan te teken. Die resultate word hieronder getoon.



2.1 Gee die verandering in temperatuur in Kelvin. (1)

Die warmte-uitsettingskoëffisiënt van die water is $207 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

2.2 Verduidelik waarom die volume van die water toeneem. (3)

2.3 Bereken die verandering in die volume van die water. (3)

2.4 Die warmte-uitsettingskoëffisiënt van aluminium is $23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

2.4.1 Vergelyk jou antwoord in Vraag 2.3 met die watervlak wat **werklik** op die maatsilinder gemeet is vandat die bal aanvanklik in die water geplaas is tot die watervlak wat gemeet is toe 'n ewewig tussen die bal en die water bereik is by 28°C . Skryf slegs LAER AS, HOËR AS of GELYK AAN. (1)

2.4.2 Verduidelik jou antwoord in Vraag 2.4.1. (2)

Die spesifieke warmtekapasiteit van water is $4\,200 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

2.5 Definieer die spesifieke warmtekapasiteit van 'n stof. (2)

2.6 Bepaal die spesifieke warmtekapasiteit van die aluminium. (4)

Die houer word vir twee dae gelos en die vlak van die water verminder aansienlik.

2.7 Het die water verdamp of gekook? (1)

2.8 Verduidelik die verskil tussen kook en verdamp. (4)

[21]

VRAAG 3 MATERIE EN KERNFISIKA

3.1 Baie kernreaktors gebruik uraan-235 $\left(\begin{smallmatrix} 235 \\ 92 \end{smallmatrix} U \right)$ as brandstof.

Die massa van 'n uraan-235-kern is 235,04395 u .

3.1.1 Definieer *bindenergie per nukleon*. (2)

3.1.2 Bereken die bindenergie per nukleon vir uraan-235 in joule. (5)

In kernreaktors word 'n neutron deur die U -235-kern geabsorbeer om 'n U -236-kern te produseer.

Die U -236 splits in Zr -94, Te -139 $\left(\begin{smallmatrix} 139 \\ 52 \end{smallmatrix} Te \right)$ en 'n paar neutrone.

3.1.3 Gee die volgende: (2)

Getal neutrone geproduseer: _____

Atoomgetal van Zr : _____

3.1.4 Dui aan of hierdie proses as klowing of versmelting beskryf kan word en verduidelik waarom 'n reaksie soos hierdie energie vrystel. (3)

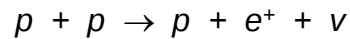
3.1.5 Hierdie proses behels twee fundamentele kragte. Noem elke krag volgens die beskrywing wat hieronder gegee word.

- (a) Die krag om te oorkom voordat die groot kern in kleineres gesplits word. (1)

- (b) Die krag wat dit vir die twee kleiner kerne moontlik maak om van mekaar te skei. (1)

3.2 Botsings tussen protone kan 'n neutron voorsien wat deur die uraankern geabsorbeer word.

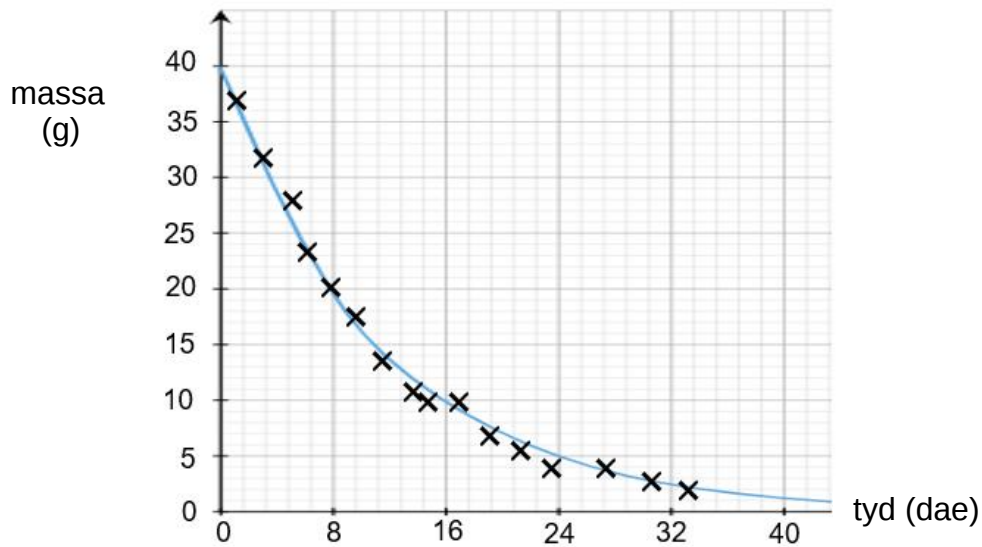
Alle deeltjereaksies moet egter die behoudswette gehoorsaam. Die reaksie hieronder is **nie** moontlik nie.



3.2.1 Noem twee fundamentele deeltjies wat in die reaksie hierbo verteenwoordig word. (2)

3.2.2 Noem 'n behoudswet wat deur hierdie reaksie geskend sal word. (1)

3.3 Die grafiek hieronder toon die massa teenoor tyd vir 'n radioaktiewe monster.



3.3.1 Verwys na die aard van radioaktiewe verval om te verduidelik waarom baie van die punte nie op die lyn van beste passing lê nie. (2)

3.3.2 Definieer die *vervalkonstante*. (2)

3.3.3 Bepaal die vervalkonstante vir hierdie radioaktiewe nuklied. (3)

3.3.4 Bereken hoeveel dae dit die monster sal neem om tot 10% van die oorspronklike monster af te neem. (4)

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.

VRAAG 4 ASTROFISIKA EN KOSMOLOGIE

Sterre straal lig hoofsaaklik in 'n spesifieke gebied van die elektromagnetiese spektrum uit. Die spitsgolf lengte wat deur sterre uitgestraal word, hang van die gemiddelde oppervlaktemperatuur van die ster af.

Die tabel hieronder gee 'n reeks sterre met hul effektiewe oppervlaktemperatuur, T , en spitsgolf lengtes, λ . Die absolute onsekerhede in λ en $1/\lambda$ word in die tabel gegee.

Naam van ster	Effektiewe temperatuur, T (K)	Spitsgolf lengte, λ (nm)	$1/\lambda$ ($\times 10^5 \text{ m}^{-1}$)
Altair	8100	400 ± 50	25 ± 3
Polaris A	7200	450 ± 50	22 ± 2
Alfa Centauri	5790	560 ± 50	18 ± 2
Arcturus	4590	670 ± 50	15 ± 1
Betelgeuse	3650	850 ± 50	
V1426 Cygni	2800	1100 ± 50	$9,1 \pm 0,4$

4.1 Noem die hoofenergiebron in al die sterre hierbo. (1)

4.2 Voltooi die tabel deur die ontbrekende waarde vir Betelgeuse met die absolute onsekerheid in te vul.

Toon die berekening wat jy gebruik het om die absolute onsekerheid vir Betelgeuse te bepaal hieronder. (4)

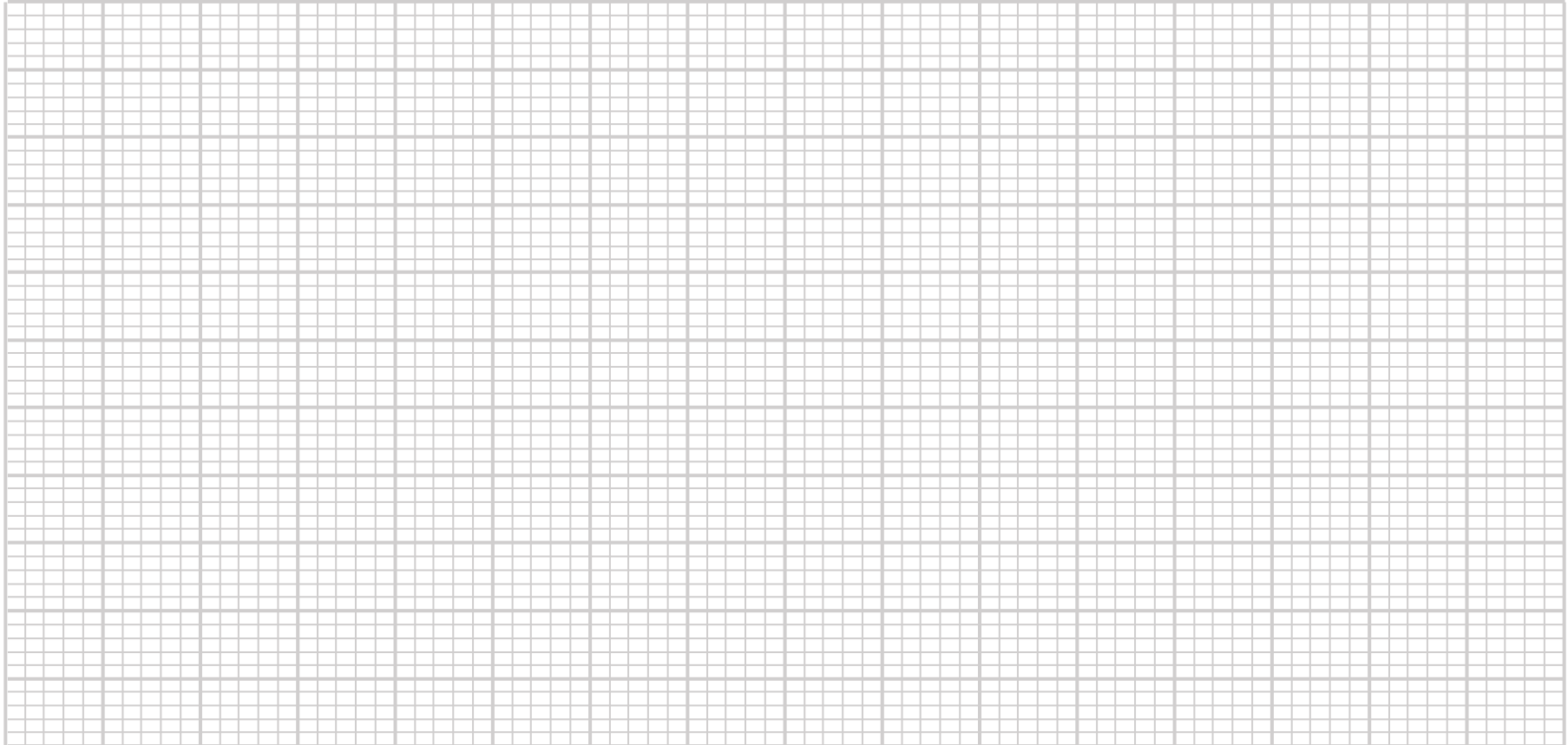
4.3 Regverdig die getal beduidende syfers in die waardes wat vir $1/\lambda$ gegee word. (2)

4.4 Stip op die rooster op Bladsy 13 'n grafiek van T teenoor $1/\lambda$. (Gebruik die rooster in landskap soos gegee.) (4)

4.5 Sluit foutbalke vir $1/\lambda$ op jou grafiek in. (2)

4.6 Teken die lyn van beste passing sowel as die steilste aanvaarbare lyn van passing op jou grafiek. Benoem hierdie lyne duidelik. (2)

GRAFIEKROOSTER VIR VRAAG 4.4–4.6



- 4.7 Bepaal die gradiënt van die lyn van beste passing. Sluit die absolute onsekerheid en eenhede in jou antwoord in. (7)
- 4.8 Wien se verplasingswet word gegee deur $\lambda_{\text{maks}}T = k$, waar k 'n konstante is. Gebruik die gradiënt van jou grafiek en hierdie wet om die voorspelde waarde van die konstante in Wien se verplasingswet te bepaal. (2)
- 4.9 Bepaal die persentasie onsekerheid in die eweredigheidskonstante wat deur jou grafiek gegee word. (3)

4.10 Die massa van Betelgeuse is $2,19 \times 10^{31}$ kg en dié van Rigel is $3,58 \times 10^{31}$ kg.

Hoeveel keer is Rigel meer glimmend as Betelgeuse?

(massa van die Son = $1,99 \times 10^{30}$ kg, $a = 3,8$)

(4)

4.11 Verduidelik waarom 'n swart gat die waarskynlikste lot van Rigel sal wees.

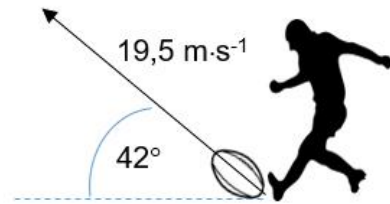
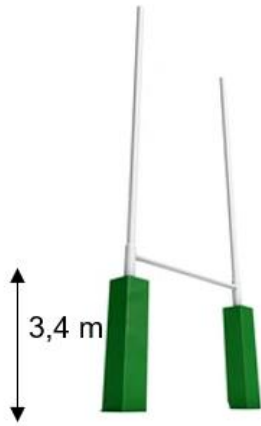
Motiveer jou antwoord met 'n berekening.

(3)

[34]

VRAAG 5 PROJEKTIELBEWEGING EN HEFBOME

- 5.1 'n Rugbybal word van die grond af na die doelpale geskop teen 'n snelheid van $19,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ teen 'n hoek van 42° met die horisontaal soos hieronder getoon. Die horisontale balk van die doelpale is $3,4 \text{ m}$ bokant die grond. Lugweerstand kan geïgnoreer word. Die diagram is nie op skaal geteken nie.



- 5.1.1 Bereken die maksimum hoogte wat die rugbybal bereik. (3)

- 5.1.2 Toon dat die minimum spoed van die bal op pad na die doelpale $14,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ is. (2)

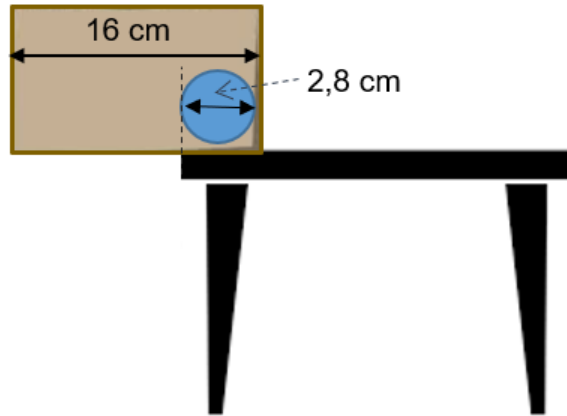
- 5.1.3 Verduidelik jou antwoord op Vraag 5.1.2. (2)

- 5.1.4 Die bal beweeg net oor die dwarsbalk op sy afwaartse baan. Bepaal die tyd wat dit die bal neem om die dwarsbalk te bereik. (4)

- 5.1.5 Hoe ver is die speler van die doelpale af geposisioneer om die bal net oor die dwarsbalk te laat beweeg? (2)

- 5.2 Leerders plaas 'n boks op die rand van 'n tafel met die grootste deel van die lengte daarvan wat oor die rand van die tafel verbystee. 'n Sfeer word teen die een kant binne die boks geplaas soos getoon.

Die lengte en die gewig van die boks is onderskeidelik 16 cm en 0,56 N. Die sfeer het 'n deursnee van 2,8 cm.



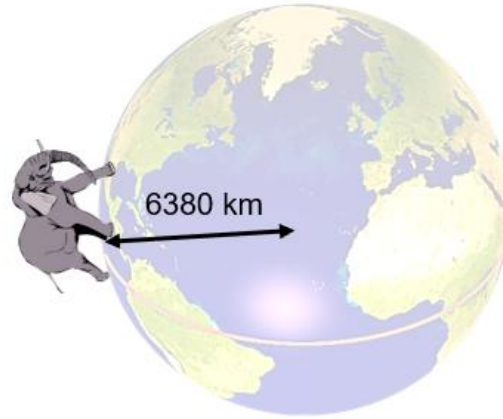
- 5.2.1 Noem die voorwaardes vir verplasings- en rotasie-ewewig van 'n starre liggaam en verduidelik waarom die boks nie van die tafel aftuimel nie. (3)

- 5.2.2 Bereken wat die massa van die sfeer moet wees om net te keer dat die boks van die tafel afval. (5)

[21]

VRAAG 6 SIRKELBEWEGING

- 6.1 'n Olifant staan op die ewenaar van die Aarde. Die radius van die Aarde by die ewenaar is 6 380 km en die massa van die Aarde is $5,97 \times 10^{24}$ kg. Die Aarde roteer om sy as binne 'n tydperk van 24 uur.



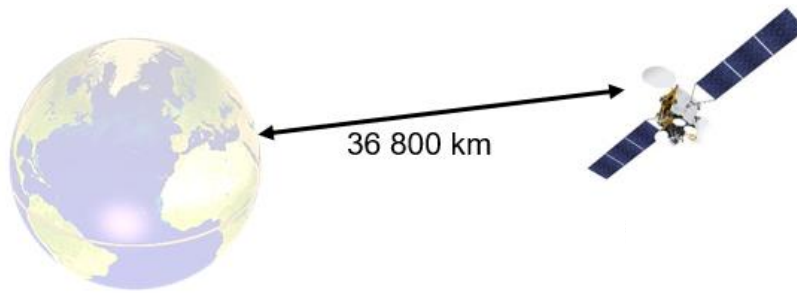
nie op skaal nie

- 6.1.1 Bereken die lineêre verplasing van die olifant wat ooreenstem met 'n hoekverplasing van $1,55^\circ$ van die Aarde. (3)
- 6.1.2 Teken 'n vryeliggaamsdiagram wat al die kragte toon wat op die olifant inwerk terwyl die Aarde roteer. (2)
- 6.1.3 Bereken die middelpuntsoekende versnelling van die olifant. (5)

6.1.4 Teen watter spoed moet die Aarde tol sodat die olifant gewigloos is? (4)

6.1.5 Bereken vervolgens die hipotetiese lengte van 'n dag (in ure) vir die spoed wat in Vraag 6.1.4 bereken is. (4)

6.2 Die Inmarsat-4 F3 wentel om die Aarde op 36 800 km bokant die oppervlak.



[<satelliteprome.com>]

6.2.1 Lei Kepler se wet af wat die verwantskap tussen die periode van die rotasie van 'n satelliet en die afstand van die middelpunt van die Aarde af toon. Gebruik vervolgens hierdie wet om die periode van die satelliet te bereken. (5)

6.2.2 Bereken die baansnelheid van die satelliet. (4)

6.2.3 Bepaal of Inmarsat-4 F3 'n geostasionêre satelliet is. (4)

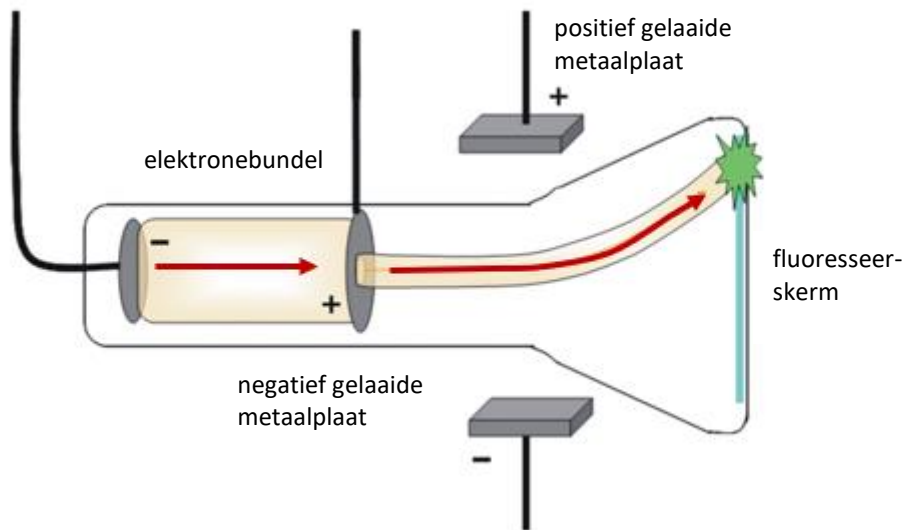
- 6.2.4 Die satelliet gebruik sy aanjaers om verder van die Aarde af te beweeg. Wat moet met die satelliet se spoed gebeur om in 'n stabiele wentelbaan te bly? (2)

- 6.2.5 Noem een rede waarom kommunikasiesatelliete in geostasionêre wentelbane moet wees. (2)

[35]

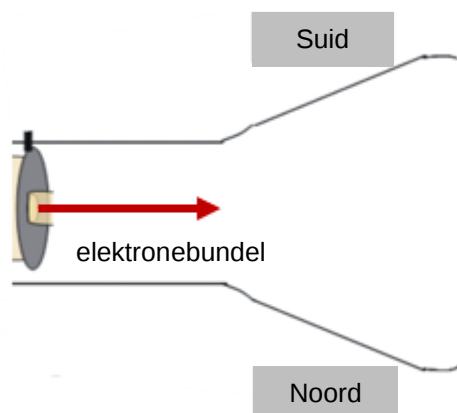
VRAAG 7 GELAAIDE DEELTJIES IN ELEKTRIESE EN MAGNETIESE VELDE

- 7.1 Die figuur hieronder toon 'n katodestraalbuis waarin 'n hoëspoed-elektronebundel 'n fluoresseerskerm tref.



- 7.1.1 Die elektronebundel word gedeflekteer deur twee metaalplate met 'n potensiaalverskil van 32 V wat oor hulle toegepas word. Die afstand tussen die metaalplate is 5,0 cm. Bereken die sterkte van die elektriese veld tussen die plate. (3)

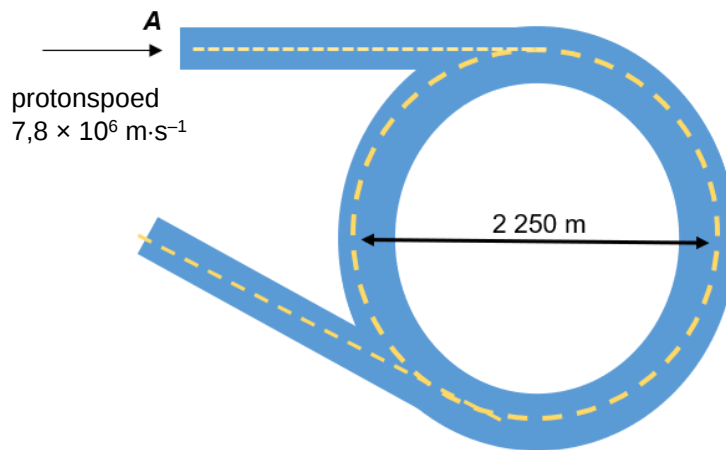
- 7.1.2 Noem die bewegingsrigting van die elektron indien die elektriese veld deur 'n magnetiese veld vervang word soos getoon. (2)



7.1.3 'n Elektron gaan die magnetiese veld van $1,5 \times 10^{-4} \text{ T}$ binne met 'n snelheid van $7,5 \times 10^7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Bereken die grootte van die krag wat op die elektron inwerk. (3)

7.2 Die diagram hieronder toon 'n skematiese diagram van 'n protosinchronotron wat gebruik word om protone tot hoë snelhede in 'n horisontale sirkelbaan te versnel.



7.2.1 Alhoewel die hoof funksie van 'n sinchrotron is om gelaai deeltjies te versnel, is dit ook 'n bron van nuttige straling. Noem die straling wat deur 'n sinchrotron geproduseer word en gee een funksie van hierdie straling. (2)

7.2.2 Protone word by punt A ingespuut met 'n snelheid van $7,8 \times 10^6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Die deursnee van die sinchrotron is 2 250 m. Bereken die magnetiese vloeddigtheid wat nodig is om die proton in die sirkelbaan te hou. (4)

- 7.2.3 Protone gaan by A binne met 'n spesifieke spoed. 'n Kombinasie van elektriese en magnetiese velde word gebruik by die seleksie van 'n spesifieke spoed. Verduidelik hoe dit bewerkstellig word en lei 'n uitdrukking af vir die spoed in terme van die velde. (4)

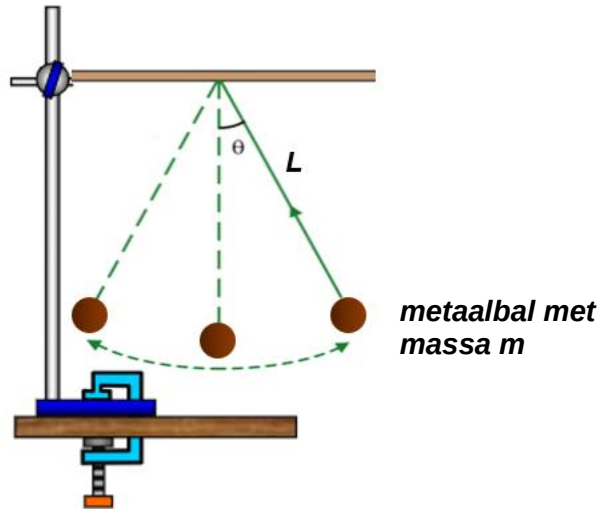
- 7.2.4 Die proton word deur 'n elektron vervang. Noem twee maniere waarop die magnetiese veld aangepas moet word sodat die elektron dieselfde pad as die proton volg. (3)

- 7.2.5 Ander gelaaide deeltjies kan in die sinchrotron ingespuut word om botsings te veroorsaak. Verduidelik hoe hoë-energiebotsings ander subatomiese deeltjies van groot massa produseer. (2)

[23]

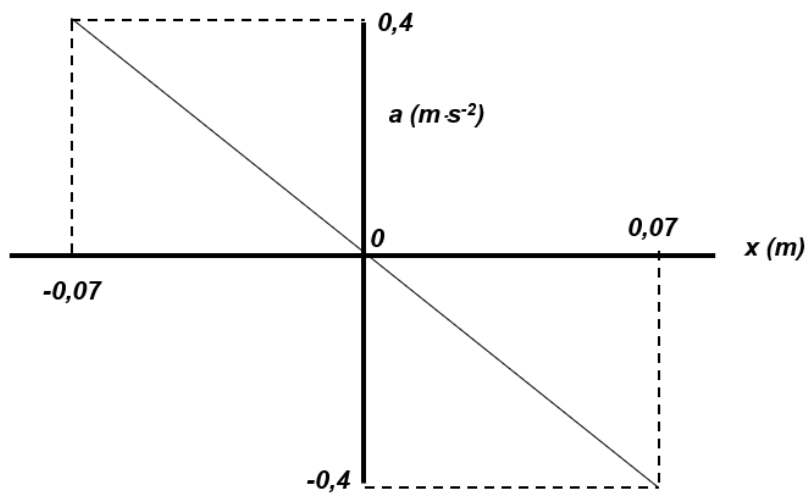
VRAAG 8 OSSILLASIES

'n Eenvoudige pendulum word gekonstrueer deur 'n metaalbal van 'n vaste punt te laat hang deur 'n onrekbare tou van lengte L te gebruik. Wanneer die pendulum teen 'n aanvangshoek θ verplaas en losgelaat word, swaai dit heen en weer met enkelvoudige harmoniese beweging.



Die lengte L van die pendulum word van die vaste punt na die middelpunt van die metaalbal gemeet.

Die sketsgrafiek hieronder toon hoe die versnelling (a) van die metaalbal wissel met die verplasing (x) van die ewewigposisie af.



- 8.1 Watter eienskappe van die grafiek toon dat die pendulum enkelvoudige harmoniese beweging ondergaan? (2)

8.2 Gebruik die grafiek om die hoekfrekwensie van die ossillasies te bepaal. (3)

8.3 Bereken die periode van die ossillasies van die pendulum. (3)

8.4 Gebruik die behoud van meganiese energie om te toon dat die maksimum spoed van die pendulum deur die vergelyking hieronder gegee word. Die hoek, θ , word in die diagram op Bladsy 27 getoon. (3)

$$v = \sqrt{2gL(1 - \cos \theta)}$$

8.5 'n Langer tou word vir dieselfde massa en dieselfde loslatingshoek gebruik. Dui aan hoe die volgende veranderlikes beïnvloed sal word. Skryf slegs **neem toe**, **neem af** of **bly dieselfde**.

(a) Periode: _____ (1)

(b) Snelheid: _____ (1)

8.6 Verduidelik jou antwoord wat in Vraag 8.5 (b) gegee is. (2)

8.7 Teken 'n sketsgrafiek wat die verplasing teenoor tyd toon wanneer die ossillasies gedemp word. (3)



[18]

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.

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.

BYKOMENDE GRAFIEKROOSTER: VRAAG 4.4–4.6

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

