

Vertroulik



# basic education

Department:  
Basic Education  
**REPUBLIC OF SOUTH AFRICA**

**NASIONALE  
SENIOR SERTIFIKAAT**

**GRAAD 12**

**FISIESE WETENSKAPPE: FISIKA (V1)**

**NOVEMBER 2025**

**PUNTE: 150**

**TYD: 3 uur**

**Hierdie vraestel bestaan uit 16 bladsye en 3 gegewensblaaie.**

**INSTRUKSIES EN INLIGTING**

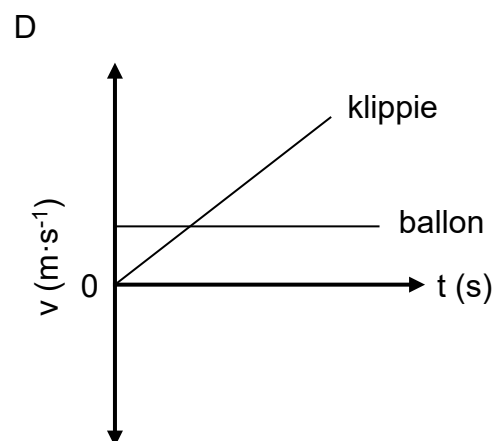
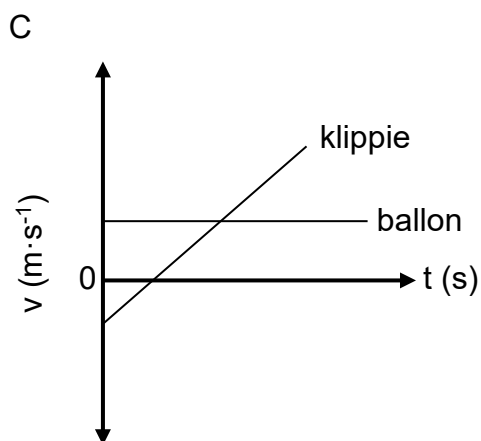
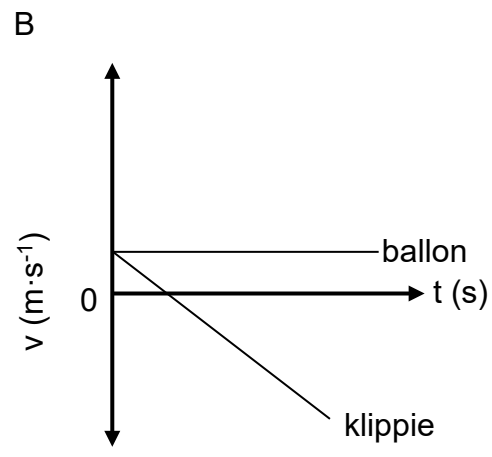
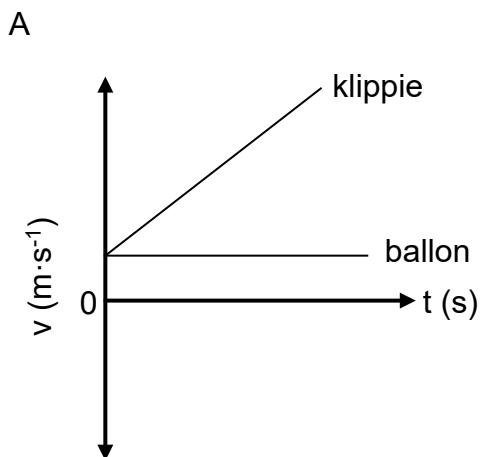
1. Skryf jou sentrumnommer en eksamennummer in die toepaslike ruimtes op die ANTWOORDEBOEK neer.
2. Hierdie vraestel bestaan uit TIEN vrae. Beantwoord AL die vrae in die ANTWOORDEBOEK.
3. Begin ELKE vraag op 'n NUWE bladsy in die ANTWOORDEBOEK.
4. Nommer die antwoorde korrek volgens die nommeringstelsel wat in hierdie vraestel gebruik is.
5. Laat EEN reël tussen twee subvrae oop, bv. tussen VRAAG 2.1 en VRAAG 2.2.
6. Jy mag 'n nieprogrammeerbare sakrekenaar gebruik.
7. Toon ALLE formules en substitusies in ALLE berekeninge.
8. Rond jou FINALE numeriese antwoorde tot 'n minimum van TWEE desimale plekke af.
9. Gee kort (bondige) motiverings, besprekings, ens. waar nodig.
10. Jy word aangeraai om die aangehegte GEGEWENSBLAAIE te gebruik.
11. Skryf netjies en leesbaar.

**VRAAG 1: MEERVOUDIGEKEUSE-VRAE**

Verskeie opsies word as moontlike antwoorde op die volgende vrae gegee. Elke vraag het slegs EEN korrekte antwoord. Kies die antwoord en skryf slegs die letter (A–D) langs die vraagnommers (1.1 tot 1.10) in die ANTWOORDEBOEK neer, bv. 1.11 E.

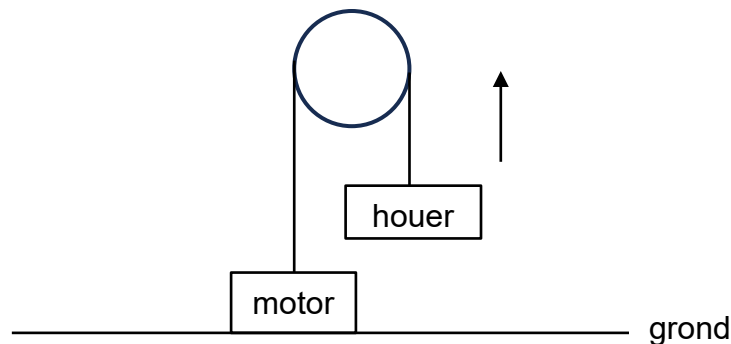
- 1.1 Die netto krag wat op 'n voorwerp op 'n horisontale oppervlak inwerk, is altyd ...
- A in die rigting van beweging van die voorwerp.
- B in die rigting van versnelling van die voorwerp.
- C nul wanneer die voorwerp teen konstante versnelling beweeg.
- D toenemend wanneer die voorwerp teen konstante versnelling beweeg. (2)
- 1.2 'n Warmlugballon beweeg opwaarts teen 'n konstante snelheid. 'n Klein klippie word uit DIE BALLON laat val. Watter EEN van die volgende grafieke verteenwoordig die bewegings van die lugballon en die klippie?

Ignoreer die effekte van wrywing op die klippie.



(2)

- 1.3 'n Motor wat aan die grond vasgemaak is, word gebruik om 'n houer vertikaal opwaarts teen 'n KONSTANTE SNELHEID te lig.



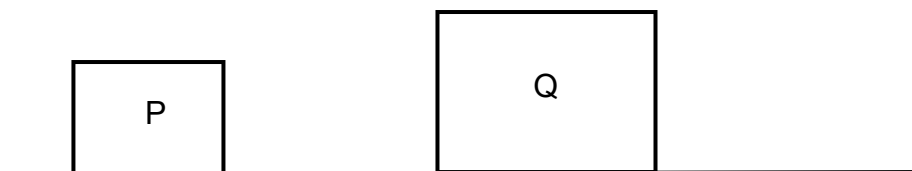
Beskou die stellings hieronder vir die opwaartse beweging van die houer.

- (i) Die tempo waarteen arbeid deur die motor verrig word, neem toe.
- (ii) Die tempo waarteen arbeid deur die motor verrig word, bly konstant.
- (iii) Die meganiese energie van die houer neem toe.
- (iv) Die meganiese energie van die houer bly konstant.

Watter van die stellings hierbo is KORREK?

- A Slegs (i) en (iii)
- B Slegs (ii) en (iv)
- C Slegs (ii) en (iii)
- D Slegs (i) en (iv) (2)

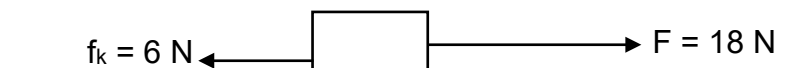
- 1.4 Voorwerpe P en Q, met massas  $m$  en  $2m$  onderskeidelik, het dieselfde momentum.



Die snelheid van P is ...

- A gelyk aan die snelheid van Q.
- B die helfte van die snelheid van Q.
- C dubbel die snelheid van Q.
- D vier keer die snelheid van Q. (2)

- 1.5 'n Blok beweeg oor 'n ruwe horisontale oppervlak terwyl 'n horisontale krag  $F$  met 'n grootte van 18 N en 'n konstante kinetiese wrywingskrag met 'n grootte van 6 N daarop inwerk.



Watter EEN van die volgende kombinasies oor **VERSNELLING** en **NETTO ARBEID VERRIG OP DIE BLOK** is **KORREK**?

	<b>VERSNELLING</b>	<b>NETTO ARBEID VERRIG OP DIE BLOK</b>
A	Konstant	Neem toe
B	Neem toe	Konstant
C	Neem toe	Neem toe
D	Konstant	Konstant

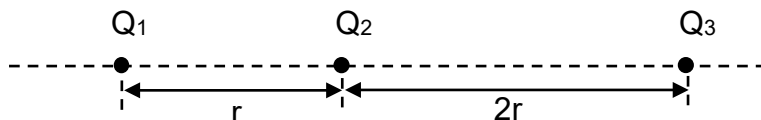
(2)

- 1.6 'n Ster se spektrum, soos waargeneem vanaf die Aarde, het rooiverskuiwing ondergaan. Watter EEN van die volgende stellings is **KORREK**?

- A Die spoed van lig neem toe.
- B Die ster beweeg na die Aarde toe.
- C Die frekwensie van elke spektrumlyn neem toe.
- D Die golflengte van elke spektrumlyn neem toe.

(2)

- 1.7 Drie puntladings,  $Q_1$ ,  $Q_2$  en  $Q_3$ , is vas in 'n reguit lyn.  $Q_1$  is  $r$  meter van  $Q_2$  af, terwyl  $Q_3$   $2r$  meter van  $Q_2$  af is, soos in die diagram hieronder getoon.



Die grootte van die lading op  $Q_2$  is  $q$ . Die netto elektrostatische krag op lading  $Q_1$  is nul.

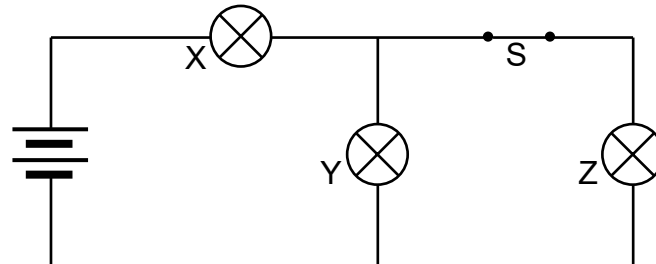
Wat is die grootte van lading  $Q_3$  in terme van  $q$ ?

- A  $\frac{1}{9}q$
- B  $\frac{1}{3}q$
- C  $3q$
- D  $9q$

(2)

- 1.8 Drie identiese gloeilampe, X, Y en Z, is in 'n stroombaan verbind, soos in die diagram hieronder getoon. Skakelaar S is aanvanklik gesluit.

Ignoreer die interne weerstand van die battery.



Skakelaar S word nou oopgemaak.

Hoe sal die helderheid van gloeilampe X en Y beïnvloed word?

	HELDERHEID VAN GLOEILAMP X	HELDERHEID VAN GLOEILAMP Y
A	Neem toe	Neem af
B	Neem af	Neem toe
C	Neem toe	Neem toe
D	Neem af	Neem af

(2)

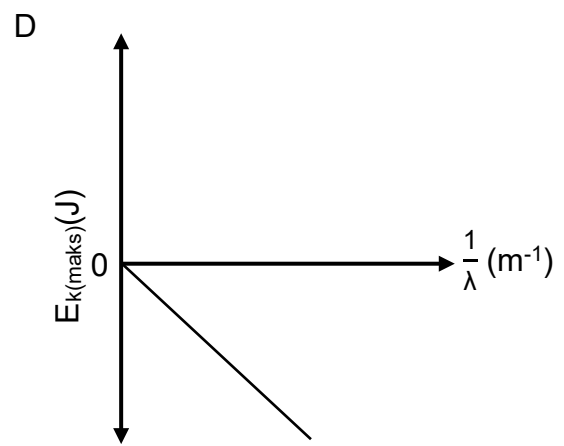
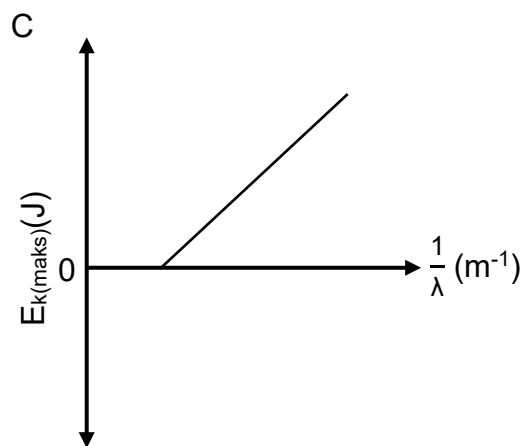
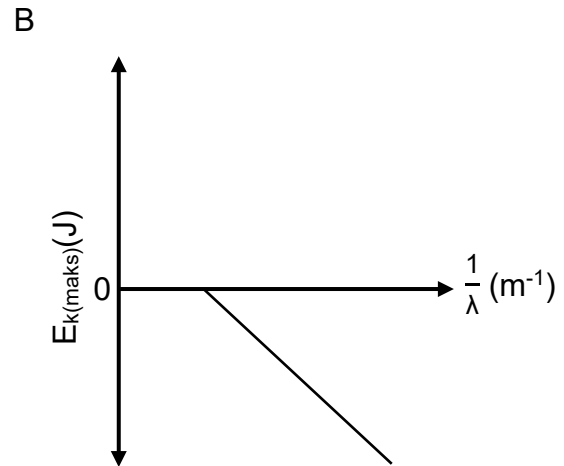
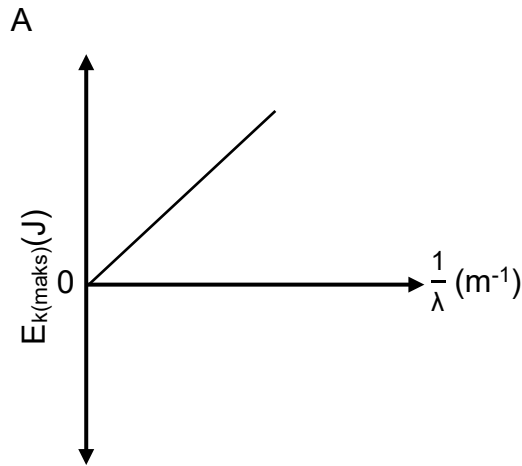
- 1.9 Hoe verseker die kommutator in 'n GS-motor dat die spoel voortdurend in EEN rigting roteer?

- A Deur wrywing te verminder
- B Deur WS in GS om te skakel
- C Deur die rigting van die stroom in die spoel om te draai
- D Deur elektriese kontak tussen die eksterne en die interne stroombane te handhaaf

(2)

1.10 Lig van verskillende golflengtes is invallend op 'n metaaloppervlak.

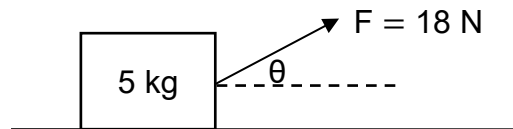
Watter EEN van die volgende grafieke toon die KORREKTE verwantskap tussen die maksimum kinetiese energie van die foto-elektrone,  $E_{k(\text{maks})}$ , en die omgekeerde van die golflengte van die invallende lig,  $\frac{1}{\lambda}$ ?



(2)  
[20]

**VRAAG 2 (Begin op 'n nuwe bladsy.)**

'n Blok met 'n massa van 5 kg is in rus op 'n ruwe horisontale oppervlak. Wanneer 'n konstante krag  $F$ , met 'n grootte van 18 N, op die blok teen 'n hoek  $\theta$  met die horisontaal inwerk, ervaar die blok maksimum statiese wrywing. Sien die diagram hieronder.

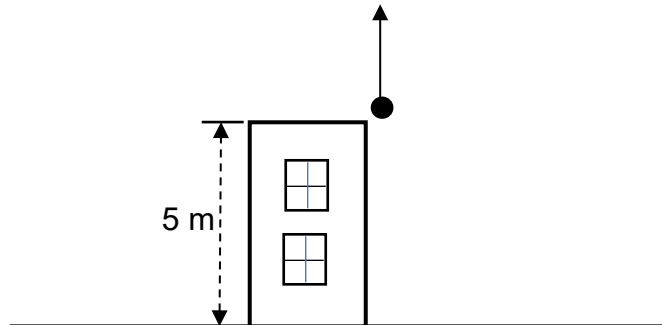


- 2.1 Stel *Newton se Tweede Bewegingswet* in woorde. (2)
- 2.2 Teken 'n benoemde vrye liggaamdiagram (vrye kragtediagram) wat AL die kragte wat op die blok inwerk, toon. (4)
- 2.3 Die horisontale komponent van krag  $F$  is 15 N.
- Bereken:
- 2.3.1  $\theta$  (2)
- 2.3.2 Die koëffisiënt van statiese wrywing (5)
- 2.4 Hoek  $\theta$  word verklein terwyl die grootte van krag  $F$  konstant bly.
- Hoe sal die wrywing wat op die blok inwerk, beïnvloed word? Kies uit TOENEEM, AFNEEM of BLY DIESELFDE. Verduidelik die antwoord. (4)

**[17]**

**VRAAG 3 (Begin op 'n nuwe bladsy.)**

'n Bal word vertikaal opwaarts geprojekteer vanaf die bokant van 'n gebou wat 5 m hoog is. Ignoreer die effekte van wrywing.



Die tabel hieronder toon die grootte van die snelheid van die bal op DRIE verskillende tye gedurende die beweging daarvan.

TYD (s)	GROOTTE VAN SNELHEID ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )
0	15
p	0
3,36	q

3.1 Definieer die term *vryval*. (2)

3.2 Gebruik SLEGS BEWEGINGSVERGELYKINGS en bereken die waarde van p. (3)

Die bal tref die grond 3,36 sekondes nadat dit opwaarts gegooi is.

3.3 Bereken q. (3)

Die bal hop tot 'n maksimum hoogte van 3 m nadat dit die grond getref het.

3.4 Is die botsing met die grond ELASTIES of ONELASTIES?  
Verduidelik die antwoord SONDER die gebruik van berekeninge. (3)

3.5 Teken 'n snelheid-teenoor-tydgrafiek vir die beweging van die bal vanaf die tyd wat dit geprojekteer is totdat dit die maksimum hoogte bereik het nadat dit gehop het.

Toon die volgende NUMERIESE WAARDES op die grafiek:

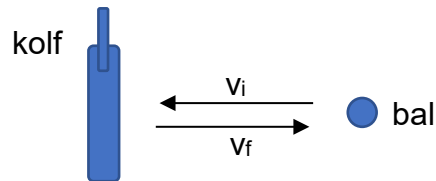
- Die aanvanklike snelheid
- Tyd p
- Snelheid q

(4)  
**[15]**

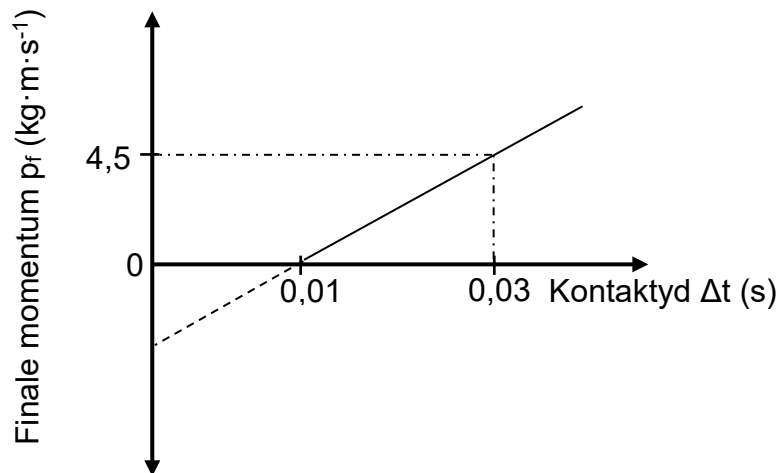
**VRAAG 4 (Begin op 'n nuwe bladsy.)**

Krieketspelers by 'n akademie voer 'n eksperiment uit om die verwantskap te bepaal tussen die kontaktyd en die finale momentum van 'n bal vir 'n konstante gemiddelde netto krag.

'n Krieketbal met 'n massa van 150 g word horisontaal teen 'n sekere aanvanklike snelheid gegooi en word met 'n kolf geslaan sodat die bal in die teenoorgestelde rigting beweeg, soos in die diagram hieronder getoon. Die gemiddelde netto krag wat op die bal inwerk, is horisontaal.



Die eksperiment word herhaal met dieselfde bal. Die gemiddelde netto krag en die aanvanklike snelheid van die bal bly konstant. Die kontaktyd tussen die kolf en die bal word ELKE keer verander. Die resultate verkry, word in die sketsgrafiek hieronder getoon.



4.1 Definieer die term *impuls*. (2)

4.2 Bereken die:

4.2.1 Gemiddelde netto krag wat op die bal inwerk (3)

4.2.2 Grootte van die aanvanklike snelheid van die bal (4)

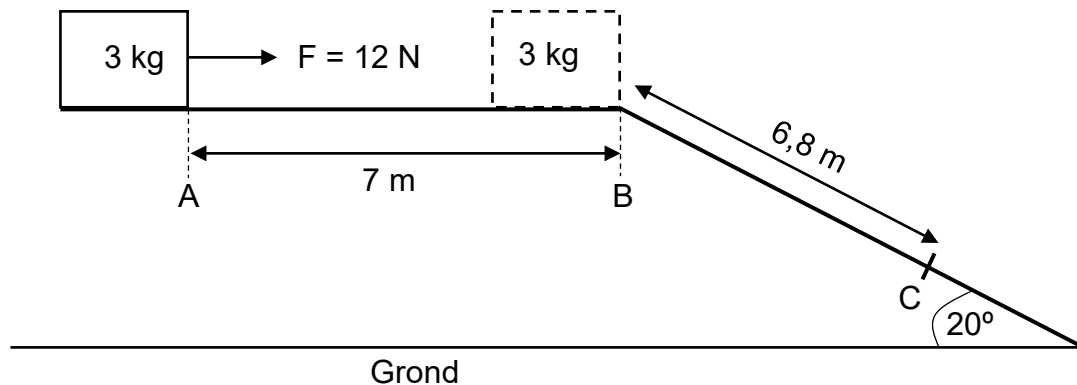
4.3 Teken die grafiek in die ANTWOORDEBOEK oor en benoem dit as A.

Op dieselfde assestelsel, teken die grafiek wat verkry sal word wanneer 'n bal met 'n groter massa gebruik word, sonder om die aanvanklike snelheid en die gemiddelde netto krag te verander. Benoem dit as B.

(2)  
**[11]**

**VRAAG 5 (Begin op 'n nuwe bladsy.)**

'n Krat met 'n massa van 3 kg is in rus by punt A op 'n wrywinglose horisontale oppervlak. 'n Konstante horisontale krag  $F$  van 12 N werk in op die krat en beweeg dit van punt A na punt B. Die krat beweeg dan teen 'n ruwe skuinsvlak af, teen 'n hoek van  $20^\circ$  met die horisontaal. Die afstand vanaf punt A na punt B is 7 m en vanaf punt B na punt C 6,8 m, soos in die diagram hieronder getoon.



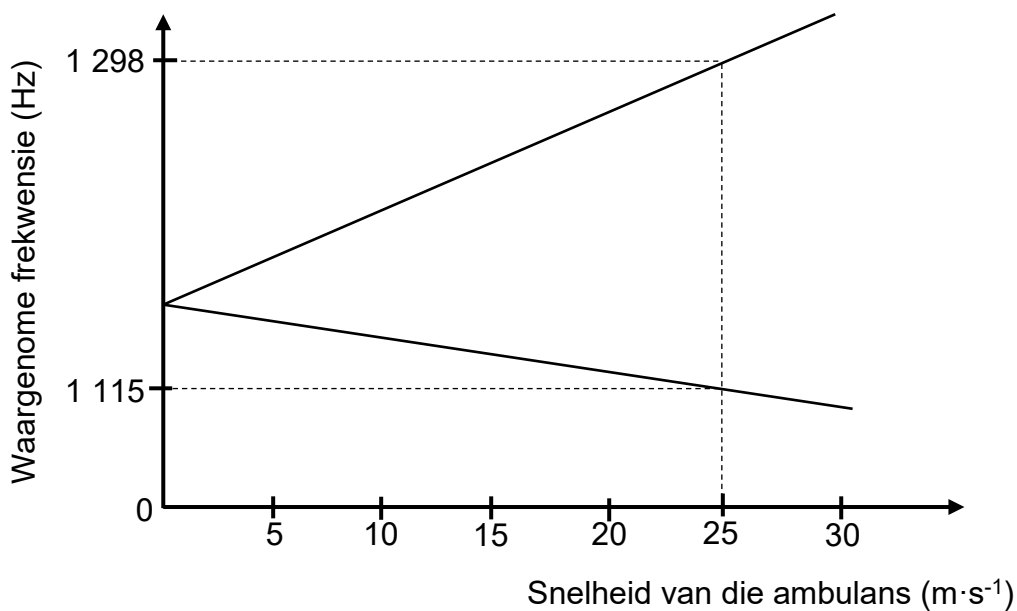
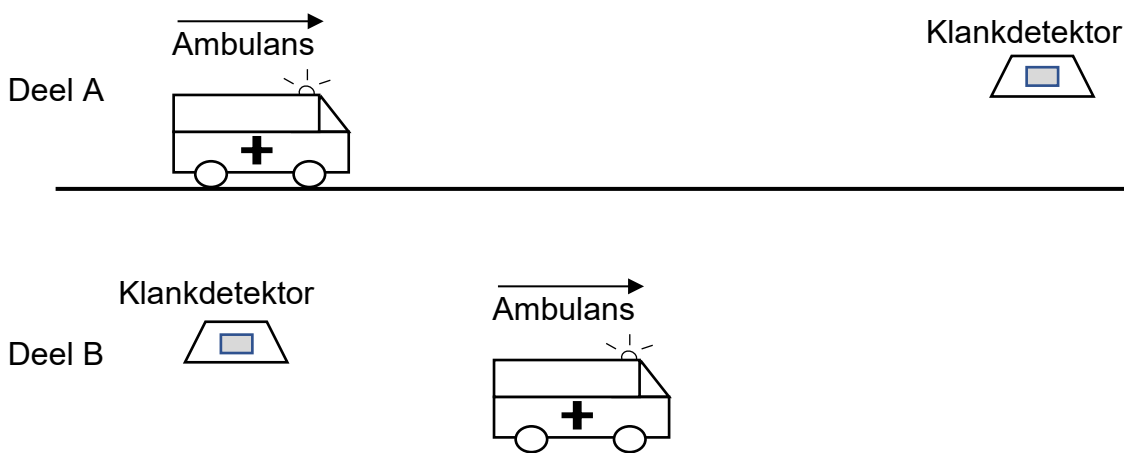
- 5.1 Stel die *arbeid-energie-stelling* in woorde. (2)
- 5.2 Gebruik SLEGS ENERGIEBEGINSELS en bereken die kinetiese energie van die krat by punt B. (3)
- Krag  $F$  word verwyder wanneer die krat punt B bereik. Die krat ervaar dan 'n konstante wrywingskrag van 21 N soos dit teen die skuinsvlak afbeweeg.
- 5.3 Teken 'n vrye liggaamdiagram (vrye kragtediagram) wat AL die kragte toon wat op die krat inwerk soos dit teen die skuinsvlak afbeweeg. (3)
- 5.4 Gebruik SLEGS ENERGIEBEGINSELS en bepaal of die krat by punt C sal verbygaan. (5)

**[13]**

**VRAAG 6 (Begin op 'n nuwe bladsy.)**

'n Onderzoek word uitgevoer om die verwantskap te bepaal tussen die snelheid van 'n bewegende klankbron en die frekwensie van die klank waargeneem.

Die sirene van 'n ambulans bring klank met 'n konstante frekwensie voort. Die ambulans, met sy sirene aan, beweeg na 'n stilstaande klankdetektor (Deel A) en weg van die stilstaande klankdetektor (Deel B) teen konstante snelhede. Die eksperiment word vir verskillende snelhede van die ambulans herhaal. Die waargenome frekwensie word vir ELKE snelheid gemeet. Die resultate verkry, word in die grafiek hieronder getoon.

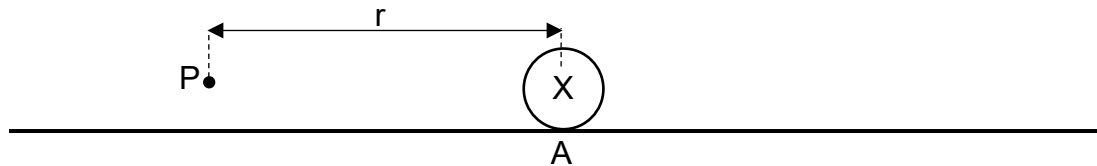


- 6.1 STEL die Doppler-effek. (2)
- 6.2 Vir hierdie eksperiment, skryf neer:
  - 6.2.1 Die onafhanklike veranderlike (1)
  - 6.2.2 'n Gekontroleerde veranderlike (1)
- 6.3 Watter gevolgtrekking kan vir Deel B van hierdie eksperiment gemaak word? (2)
- 6.4 Bereken die spoed van klank in lug. (6)

**[12]**

**VRAAG 7 (Begin op 'n nuwe bladsy.)**

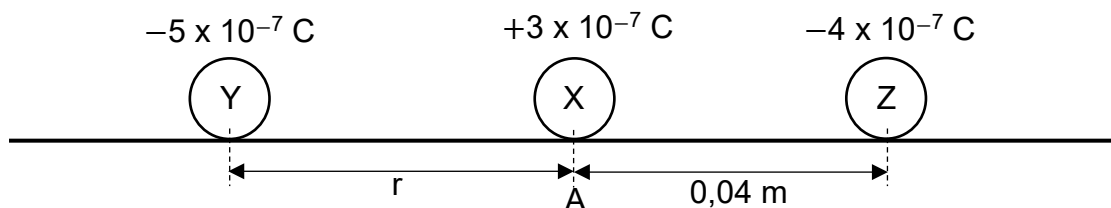
'n Sfeer X word by punt A op 'n horisontale oppervlak geplaas. X dra 'n lading van  $+3 \times 10^{-7}$  C. Punt P is  $r$  meter links van punt A.



Die grootte van die elektriese veld by punt P is  $1,08 \times 10^6$  N·C<sup>-1</sup>.

- 7.1 Beskryf 'n *elektriese veld*. (2)
- 7.2 Teken die elektrieseveldpatroon as gevolg van die lading op sfeer X. (2)
- 7.3 Toon, deur middel van 'n berekening, dat  $r = 0,05$  m. (3)

Sfeer Y, wat 'n lading van  $-5 \times 10^{-7}$  C dra, is nou vas by punt P en sfeer Z, wat 'n lading van  $-4 \times 10^{-7}$  C dra, is vas 0,04 m regs van sfeer X.



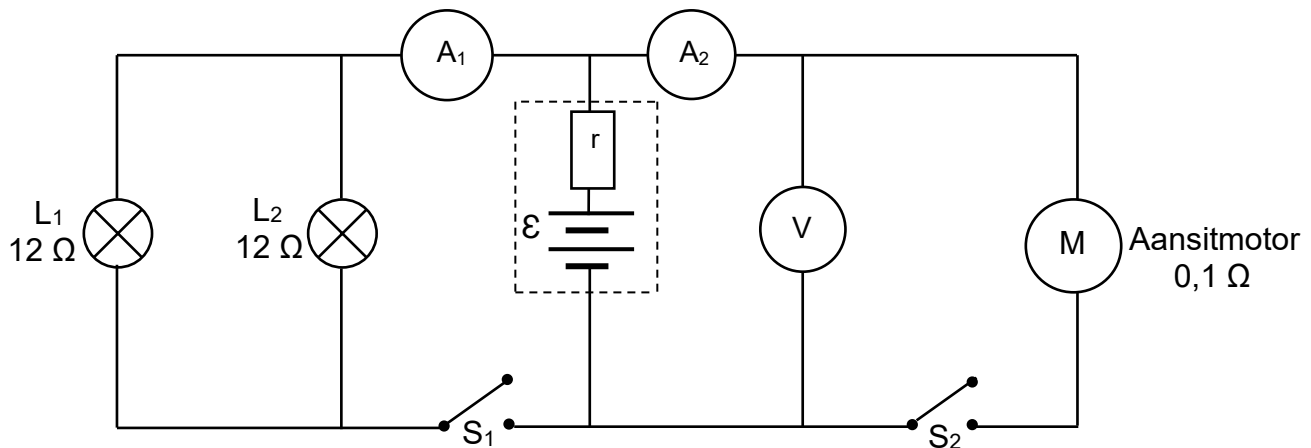
- 7.4 Die NETTO KRAG wat op sfeer X inwerk, is 0,0427 N by punt A.  
Is die oppervlak wrywingloos? Kies uit JA of NEE. Verduidelik die antwoord deur middel van 'n berekening. (6)
- 7.5 Sfeer Y word met sfeer X in kontak gebring, en word dan in sy oorspronklike posisie teruggeplaas.  
Hoe sal die grootte van die krag wat sfeer X nou op sfeer Y uitoefen, beïnvloed word? Kies uit TOENEEM, AFNEEM of BLY DIESELFDE. (2)

**[15]**

**VRAAG 8 (Begin op 'n nuwe bladsy.)**

Twee identiese hoofligte,  $L_1$  en  $L_2$ , en 'n aansitmotor,  $M$ , van 'n kar word aan 'n battery verbind, soos in die stroombaandiagram hieronder getoon. Die weerstand van elke hooflig is  $12\ \Omega$ , terwyl die weerstand van die aansitmotor  $0,1\ \Omega$  is. Die emk ( $\mathcal{E}$ ) en interne weerstand ( $r$ ) van die battery is onbekend.

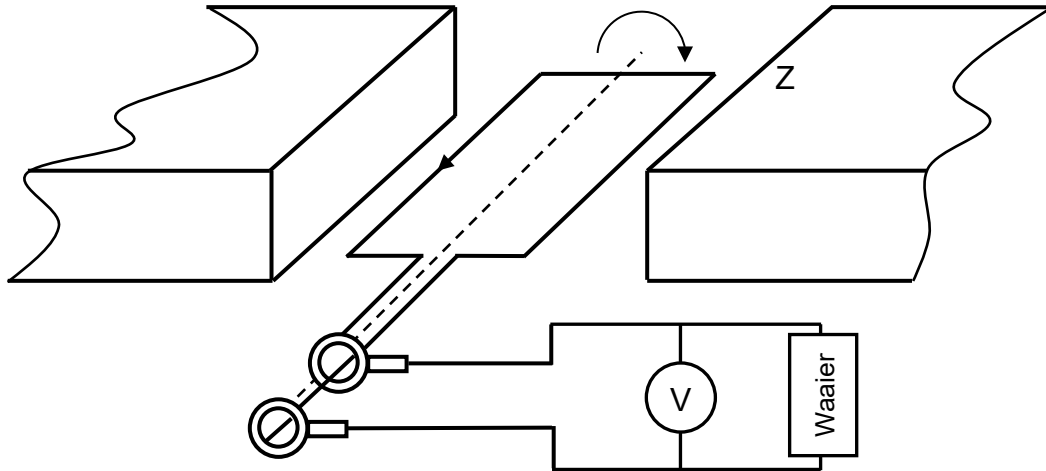
Die ammeters en die verbindingsdrade het weglaatbare weerstand, terwyl die voltmeter 'n hoë weerstand het. Skakelaars  $S_1$  en  $S_2$  is aanvanklik oop.



- 8.1 Definieer die term *emk*. (2)
- 8.2 Skakelaar  $S_1$  bly oop terwyl skakelaar  $S_2$  gesluit word. Die lesing op ammeter  $A_2$  is  $120\ \text{A}$ .  
Bereken die lesing op die voltmeter. (3)
- 8.3 Skakelaar  $S_1$  word nou gesluit en skakelaar  $S_2$  word oopgemaak. Die drywing verbruik deur elke gloeilamp is  $15\ \text{W}$ .  
8.3.1 Bereken die stroom wat deur  $L_1$  gaan. (3)  
8.3.2 Skryf die lesing op ammeter  $A_1$  neer. (1)
- 8.4 Bereken die emk van die battery. (6)
- 8.5 Beide skakelaars word nou gesluit. Hoe sal die lesing op ammeter  $A_1$  beïnvloed word? Kies uit TOENEEM, AFNEEM of BLY DIESELFDE.  
Verduidelik die antwoord SONDER om 'n berekening te gebruik. (5)
- [20]**

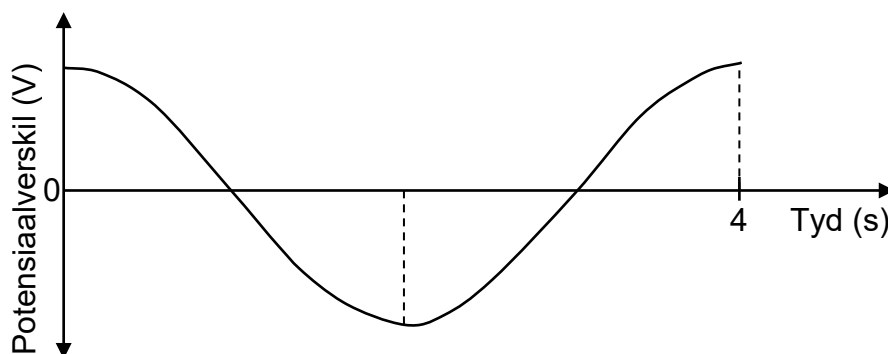
**VRAAG 9 (Begin op 'n nuwe bladsy.)**

'n WS-generator laat 'n waaier werk. Die rigtings van die rotasie van die spoel en die geïnduseerde stroom word in die vereenvoudigde diagram hieronder getoon.



- 9.1 Definieer die term *wgk-potensiaalverskil*. (2)
- 9.2 Wat is die polariteit van die magneet by Z? (2)
- 9.3 Die weerstand van die waaier is  $60 \Omega$  en die maksimum potensiaalverskil gelewer deur die generator is  $311,11 \text{ V}$ . Bereken die koste om die waaier vir  $1,5$  ure te laat werk indien die koste van elektrisiteit R3,33 per kWh is. (5)

Die potensiaalverskil-teenoor-tydgrafiek vir hierdie generator word hieronder getoon.



- 9.4 Teken hierdie grafiek in die ANTWOORDEBOEK oor en benoem dit as A. Op dieselfde assestelsel, teken die grafiek vir EEN rotasie van die spoel wanneer die rotasiespoed verdubbel word. Benoem dit as grafiek B. (3)
- 9.5 Noem EEN manier waarop hierdie generator na 'n GS-generator verander kan word. (1)

**[13]**

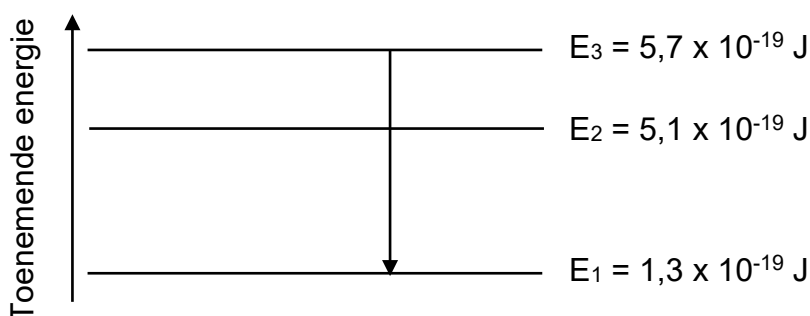
**VRAAG 10 (Begin op 'n nuwe bladsy.)**

- 10.1 Leerders voer 'n eksperiment uit om te bepaal of elektrone van die oppervlak van verskillende metale vrygestel sal word wanneer lig met 'n enkel frekwensie invallend op die metaal is. Die maksimum kinetiese energie van die vrygestelde elektrone word gemeet wanneer lig met 'n frekwensie van  $1,045 \times 10^{15}$  Hz gebruik word.

Die resultate verkry, word in die tabel hieronder getoon.

METALE	ELEKTRONE VRYGESTEL	MAKSIMUM KINETIESE ENERGIE (J)
Sink	Ja	0
Natrium	Ja	$2,53 \times 10^{-19}$
Sesium	Ja	$3,50 \times 10^{-19}$
Metaal M	Nee	–

- 10.1.1 Definieer die term *werksfunksie*. (2)
- 10.1.2 Skryf die drumpelfrekwensie van sink neer. (1)
- 10.1.3 Hoe vergelyk die werksfunksie van natrium met dié van sesium? Kies uit KLEINER AS, GROTER AS of DIESELFDE. Verduidelik die antwoord. (3)
- 10.1.4 Lig met dieselfde frekwensie, maar met 'n hoër intensiteit, word nou op metaal M geskyn. Sal elektrone nou vrygestel word? Kies uit JA of NEE. Gee 'n rede vir die antwoord. (2)
- 10.2 Die energiediagram hieronder (NIE volgens skaal geteken NIE) toon die elektronenergieë in verskillende energievlakke,  $E_1$ ,  $E_2$  en  $E_3$ , van 'n sekere atoom.



- 10.2.1 'n Elektron van hierdie atoom beweeg van  $E_3$  na  $E_1$ . Foton X word vrygestel. Bereken die frekwensie van foton X. (4)
- 10.2.2 Is dit moontlik vir 'n foton met 'n energie van  $2,5 \times 10^{-19} \text{ J}$  om uit hierdie atoom vrygestel te word? Kies uit JA of NEE. Gee 'n rede vir die antwoord. (2)

**[14]****TOTAAL: 150**

**DATA FOR PHYSICAL SCIENCES GRADE 12  
PAPER 1 (PHYSICS)**

**GEGEWENS VIR FISIESE WETENSKAPPE GRAAD 12  
VRAESTEL 1 (FISIKA)**

**TABLE 1: PHYSICAL CONSTANTS/TABEL 1: FISIESE KONSTANTES**

<b>NAME/NAAM</b>	<b>SYMBOL/SIMBOOL</b>	<b>VALUE/WAARDE</b>
Acceleration due to gravity <i>Swaartekragversnelling</i>	g	9,8 m·s <sup>-2</sup>
Universal gravitational constant <i>Universele gravitasiekonstante</i>	G	6,67 x 10 <sup>-11</sup> N·m <sup>2</sup> ·kg <sup>-2</sup>
Radius of the Earth <i>Radius van die Aarde</i>	R <sub>E</sub>	6,38 x 10 <sup>6</sup> m
Mass of the Earth <i>Massa van die Aarde</i>	M <sub>E</sub>	5,98 x 10 <sup>24</sup> kg
Speed of light in a vacuum <i>Spoed van lig in 'n vakuum</i>	c	3 x 10 <sup>8</sup> m·s <sup>-1</sup>
Planck's constant <i>Planck se konstante</i>	h	6,63 x 10 <sup>-34</sup> J·s
Coulomb's constant <i>Coulomb se konstante</i>	k	9 x 10 <sup>9</sup> N·m <sup>2</sup> ·C <sup>-2</sup>
Charge on electron <i>Lading op elektron</i>	e	1,6 x 10 <sup>-19</sup> C
Electron mass <i>Elektronmassa</i>	m <sub>e</sub>	9,11 x 10 <sup>-31</sup> kg

**TABLE 2: FORMULAE/TABEL 2: FORMULES**

**MOTION/BEWEGING**

$v_f = v_i + a \Delta t$	$\Delta x = v_i \Delta t + \frac{1}{2} a \Delta t^2$ or/of $\Delta y = v_i \Delta t + \frac{1}{2} a \Delta t^2$
$v_f^2 = v_i^2 + 2a \Delta x$ or/of $v_f^2 = v_i^2 + 2a \Delta y$	$\Delta x = \left( \frac{v_i + v_f}{2} \right) \Delta t$ or/of $\Delta y = \left( \frac{v_i + v_f}{2} \right) \Delta t$

**FORCE/KRAG**

$F_{net} = ma$	$p = mv$
$f_s^{max} = \mu_s N$	$f_k = \mu_k N$
$F_{net} \Delta t = \Delta p$ $\Delta p = mv_f - mv_i$	$w = mg$
$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$ or/of $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$	$g = G \frac{M}{d^2}$ or/of $g = G \frac{M}{r^2}$

**WORK, ENERGY AND POWER/ARBEID, ENERGIE EN DRYWING**

$W = F \Delta x \cos \theta$	$U = mgh$ or/of $E_p = mgh$
$K = \frac{1}{2} mv^2$ or/of $E_k = \frac{1}{2} mv^2$	$W_{net} = \Delta K$ or/of $W_{net} = \Delta E_k$ $\Delta K = K_f - K_i$ or/of $\Delta E_k = E_{kf} - E_{ki}$
$W_{nc} = \Delta K + \Delta U$ or/of $W_{nc} = \Delta E_k + \Delta E_p$	$P = \frac{W}{\Delta t}$
$P_{ave} = F v_{ave}$ / $P_{gemid} = F v_{gemid}$	

**WAVES, SOUND AND LIGHT/GOLWE, KLANK EN LIG**

$v = f \lambda$	$T = \frac{1}{f}$
$f_L = \frac{v \pm v_L}{v \pm v_s} f_s$ / $f_L = \frac{v \pm v_L}{v \pm v_b} f_b$	$E = hf$ or/of $E = \frac{hc}{\lambda}$
$E = W_o + E_{k(max)}$ or/of $E = W_o + K_{max}$ where/waar	
$E = hf$ and/en $W_o = hf_o$ and/en $E_{k(max)} = \frac{1}{2} mv_{max}^2$ or/of $K_{max} = \frac{1}{2} mv_{max}^2$	

**ELECTROSTATICS/ELEKTROSTATIKA**

$F = \frac{kQ_1Q_2}{r^2}$	$E = \frac{kQ}{r^2}$
$V = \frac{W}{q}$	$E = \frac{F}{q}$
$n = \frac{Q}{e}$ <i>or/of</i> $n = \frac{Q}{q_e}$	

**ELECTRIC CIRCUITS/ELEKTRIESE STROOMBANE**

$R = \frac{V}{I}$	emk ( $\epsilon$ ) = I(R + r) emk ( $\epsilon$ ) = I(R + r)
$R_s = R_1 + R_2 + \dots$ $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$	$q = I\Delta t$
$W = Vq$ $W = VI\Delta t$ $W = I^2R\Delta t$ $W = \frac{V^2\Delta t}{R}$	$P = \frac{W}{\Delta t}$ $P = VI$ $P = I^2R$ $P = \frac{V^2}{R}$

**ALTERNATING CURRENT/WISSELSTROOM**

$I_{rms} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$ / $I_{wgk} = \frac{I_{maks}}{\sqrt{2}}$	$P_{ave} = V_{rms} I_{rms}$ / $P_{gemid} = V_{wgk} I_{wgk}$
$V_{rms} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$ / $V_{wgk} = \frac{V_{maks}}{\sqrt{2}}$	$P_{ave} = I_{rms}^2 R$ / $P_{gemid} = I_{wgk}^2 R$
	$P_{ave} = \frac{V_{rms}^2}{R}$ / $P_{gemid} = \frac{V_{wgk}^2}{R}$