



education

DEPARTMENT: EDUCATION
MPUMALANGA PROVINCE

**NASIONALE
SENIOR SERTIFIKAAT**

GRAAD 12

FISIESE WETENSKAPPE: FISIKA (V1)

SEPTEMBER 2022

PUNTE: 150

TYD: 3 uur

Hierdie vraestel bestaan uit 18 bladsye en 3 gegewensblaaie.

INSTRUKSIES EN INLIGTING

1. Skryf jou naam op die ANTWOORDEBOEK.
2. Hierdie vraestel bestaan uit ELF 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 oop tussen twee subvrae, byvoorbeeld tussen VRAAG 2.1 en VRAAG 2.2.
6. Jy mag 'n nieprogrammeerbare sakrekenaar gebruik.
7. Jy mag toepaslike wiskundige instrumente gebruik.
8. Toon ALLE formules en substitusies in ALLE berekeninge.
9. Rond jou FINALE numeriese antwoorde tot 'n minimum van TWEE desimale plekke af.
10. Gee kort (bondige) motiverings, besprekings ensovoorts waar nodig.
11. Jy word aangeraai om die aangehegte GEGEWENSBLAAIE te gebruik.
12. Skryf netjies en leesbaar.

VRAAG 1: MEERVOUDIGEKEUSE-VRAE

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

1.1 Die basis SI-eenheid van die grootheid 'arbeid verrig' is ...

A $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

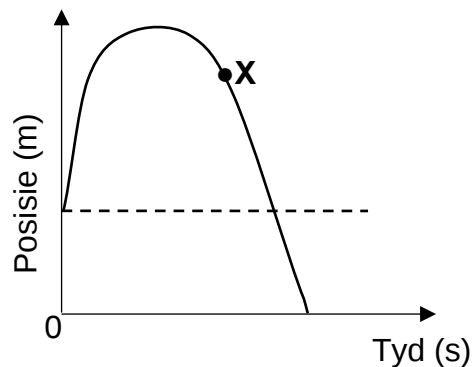
B $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

C $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

D $\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$

(2)

1.2 'n Bal word vertikaal opwaarts vanaf die balkon van 'n gebou gegooi. Oppad afwaarts val die bal verby die balkon en kom op die grond tot rus. Die onderstaande posisie-tydgrafiek stel die beweging van die bal voor.



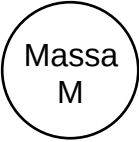
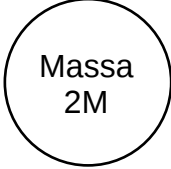
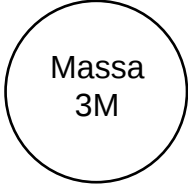
Watter EEN van die volgende kombinasies dui die KORREKTE rigtings van die VERPLASING (ten opsigte van die balkon) en die SNELHEID van die bal by punt X aan?

	VERPLASING	SNELHEID
A	Opwaarts	Opwaarts
B	Opwaarts	Afwaarts
C	Afwaarts	Opwaarts
D	Afwaarts	Afwaarts

(2)

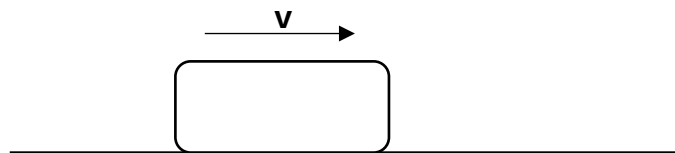
- 1.3 Die onderstaande opsies stel vier planete, elk met 'n massa en radius soos aangedui, voor.

Watter EEN van die planete het die grootste gravitasieversnelling g op die oppervlak van die planeet?

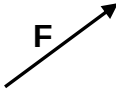
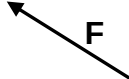
Radius R  Massa M	Radius R  Massa $2M$	Radius $2R$  Massa $2M$	Radius $3R$  Massa $3M$
A	B	C	D

(2)

- 1.4 'n Blok beweeg na regs teen 'n konstante snelheid oor 'n wrywinglose oppervlak. 'n Krag F word in verskillende rigtings op die blok uitgeoefen. Sien die onderstaande diagram.



Watter EEN van die volgende dui die KORREKTE rigting van die krag wat NEGATIEWE arbeid op die bewegende blok sal verrig, terwyl dit steeds na regs beweeg, aan?

A	
B	
C	
D	

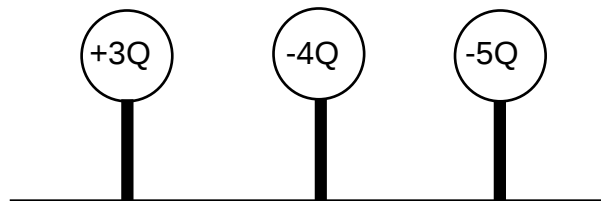
(2)

1.5 Die tipe botsing waartydens beide die totale momentum asook totale kinetiese energie behoue bly, staan bekend as 'n ...

- A elastiese botsing.
- B onelastiese botsing.
- C liniêre botsing.
- D kop-aan-kop botsing.

(2)

1.6 Drie sfere met ladinge van $+3Q$, $-4Q$ en $-5Q$ respektiewelik word op geïsoleerde staanders geplaas soos in die onderstaande diagram getoon.



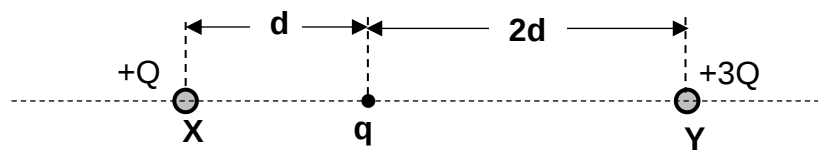
Die drie sfere word gelyktydig in kontak met mekaar gebring en op hul oorspronklike posisies teruggeplaas.

Die lading op elkeen van die sfere na kontak is ...

- A Q
- B $-2Q$
- C $-3Q$
- D $6Q$

(2)

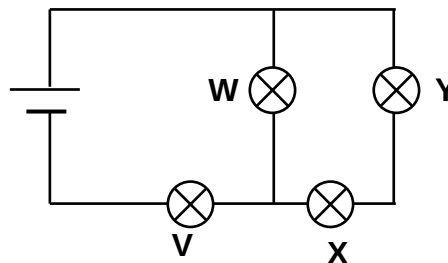
- 1.7 Twee positiewe ladings, $+Q$ en $+3Q$, word by punte **X** en **Y** respektiewelik geplaas. 'n NEGATIEWE lading q word tussen punte **X** en **Y** geplaas soos in die onderstaande diagram getoon



Wanneer q losgelaat word, sal dit

- A in rus bly.
 - B na **Y** beweeg.
 - C na **X** beweeg.
 - D vertikaal afwaarts beweeg.
- (2)

- 1.8 Vier identiese gloeilampe, **V**, **W**, **X** en **Y** is aan 'n sel verbind soos in die onderstaande stroombaandiagram getoon.

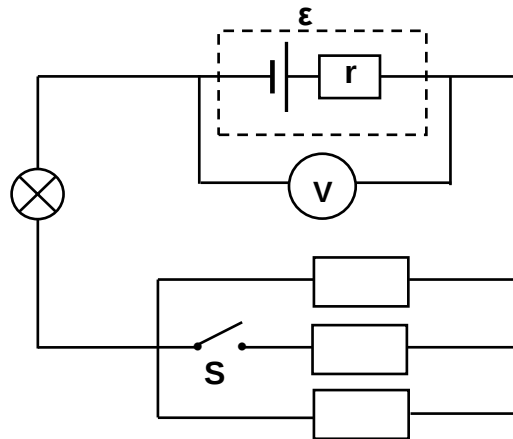


Watter EEN van die volgende kombinasies toon die TWEE gloeilampe wat ewe helder brand aan?

- A **V** en **W**
 - B **V** en **X**
 - C **X** en **Y**
 - D **W** en **Y**
- (2)

- 1.9 'n Sel het 'n emk ϵ en interne weerstand r . 'n Gloeilamp en drie identiese resistors is aan die sel verbind soos in die onderstaande stroombaandiagram getoon.

Skakelaar **S** is OOP.



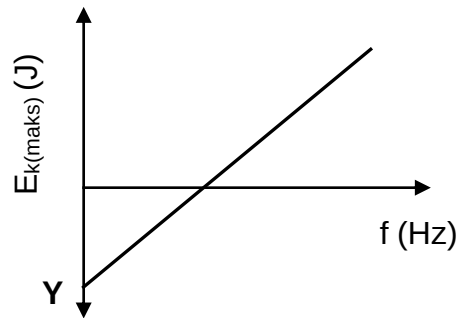
Skakelaar **S** word nou GESLUIT.

Watter EEN van die volgende kombinasies toon die verandering in die voltmeterlesing en die drywing in die gloeilamp KORREK aan?

	VOLTMETERLESING	DRYWING IN GLOEILAMP
A	Neem af	Neem toe
B	Bly dieselfde	Bly dieselfde
C	Neem toe	Neem af
D	Neem af	Neem af

(2)

- 1.10 Die verwantskap tussen die maksimum kinetiese energie ($E_{k(\text{maks})}$) en die frekwensie (f) van die foto-elektrone vrygestel vanaf die oppervlak van 'n metaal word in die onderstaande grafiek getoon.



Die afsnit (Y) verteenwoordig ...

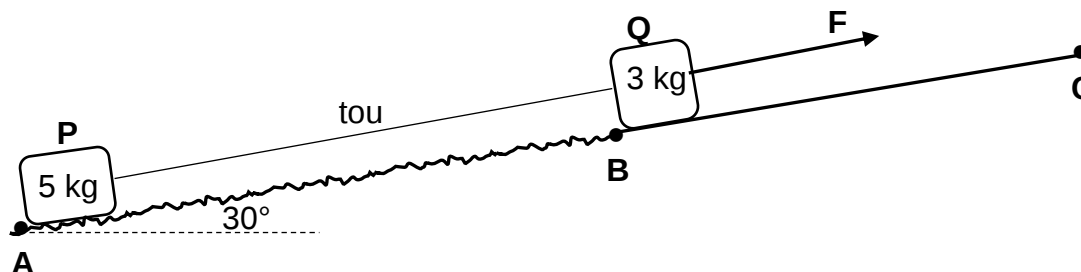
- A die arbeidsfunksie van die metaal.
- B Planck se konstante.
- C die drumpelfrekwensie van die metaal.
- D die frekwensie van die foton.

(2)
[20]

VRAAG 2 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

Blok **P** met massa 5 kg is aan blok **Q** met massa 3 kg met 'n ligte onrekbare tou verbind. Beide blokke verkeer in rus op 'n skuinsvlak wat 'n hoek van 30° met die horisontaal maak. Blok **P** is op 'n ruwe gedeelte **AB** van die skuinsvlak, terwyl blok **Q** op 'n wrywinglose gedeelte **BC** verkeer, soos in die onderstaande diagram getoon.

Die blokke bly steeds in rus wanneer 'n krag **F** ewewydig aan die skuinsvlak op blok **Q** toegepas word. Die statiese wrywingskrag tussen blok **P** en die oppervlak is 16,97 N.



2.1 Stel *Newton se Eerste Bewegingswet* in woorde. (2)

2.2 Teken 'n benoemde vrye kragtediagram (vrye liggaamdiagram) vir blok **Q**. (4)

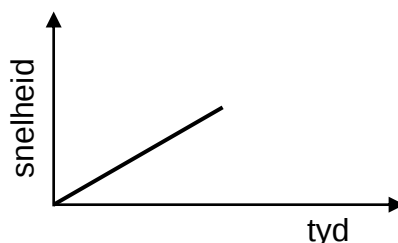
2.3 Bereken die grootte van krag **F**. (3)

Die toegepaste krag **F** word nou vergroot tot 85 N. Die kinetiese wrywingskrag op blok **P** is 4,5 N.

2.4 Pas *Newton se Tweede Wet* op elkeen van die blokke toe en bereken die versnelling van die blokke. (5)

Terwyl die blokke teen die skuinste op versnel, breek die toutjie skielik.

Leerders teken 'n snelheid-tydgrafiek vir die beweging van **P** en **Q** voor die toutjie breek, soos hieronder getoon.

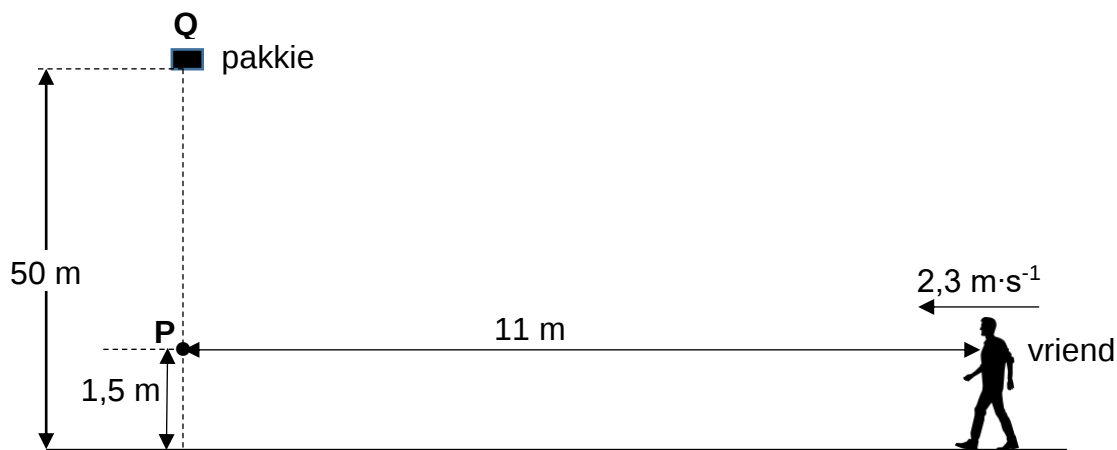


2.5 Teken bostaande grafiek in jou **ANTWOORDEBOEK** oor. Op dieselfde assestelsel, voltooi die grafiek deur die grafiek vir elke blok, nadat die tou gebreek het, te skets. Benoem die grafieke duidelik as **P** en **Q**. (3)

[17]

VRAAG 3 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

'n Leerder by punt **Q**, op die dak van 'n 50 m hoë gebou, laat 'n pakkie vanuit rus val. Ignoreer die effekte van lugweerstand.



3.1 Skryf die grootte en rigting van die versnelling van die pakkie, wanneer dit die leerder se hand verlaat, neer. (2)

3.2 Bereken die:

3.2.1 Grootte van die snelheid van die pakkie by punt **P** (4)

3.2.2 Tyd wat die pakkie neem om punt **P** te bereik (3)

'n Vriend, 11 m vanaf die gebou, beweeg teen 'n konstante snelheid van $2,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ na die gebou op die oomblik wat 'n tweede identiese pakkie vertikaal opwaarts vanaf punt **Q** gegooi word soos in die bostaande diagram getoon.

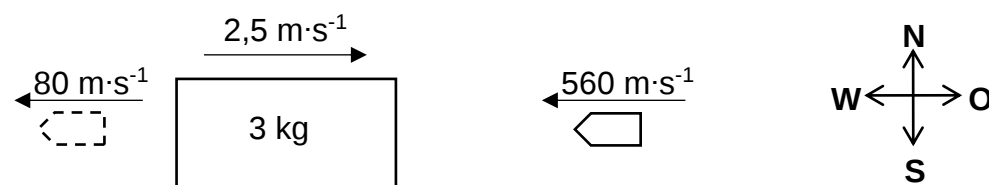
3.3 Bereken die AANVANKLIKE spoed waarteen die tweede pakkie vertikaal opwaarts gooi word vir die vriend om dit by punt **P** te vang. (5)
[14]

VRAAG 4 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

'n Koeël beweeg teen 'n snelheid van $560 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ wes. Dit tref 'n houtblok met 'n massa van 3 kg wat teen $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ oos oor 'n wrywinglose vloer beweeg. Die koeël neem $0,02 \text{ s}$ om deur die houtblok te beweeg en verlaat die blok teen 'n snelheid van $80 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ wes.

Die grootte van die momentum van die koeël voordat dit die blok tref, is $8,4 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Sien die onderstaande diagram.

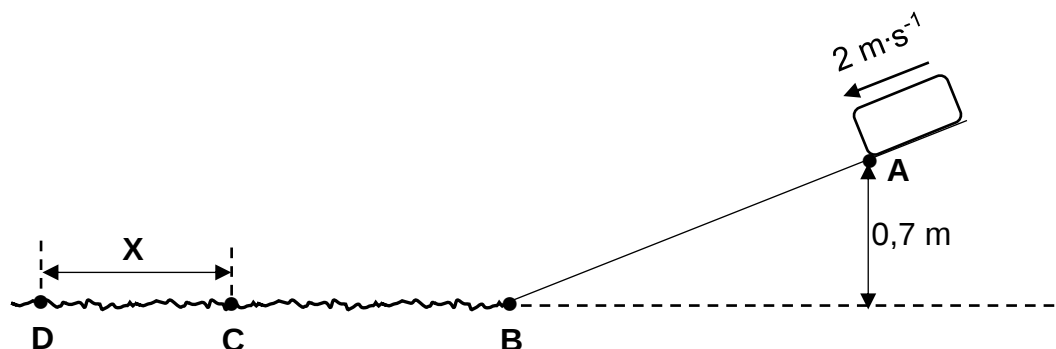
Ignoreer die effekte van lugwrywing asook enige massaverlies van die blok of koeël. Beskou die blok-koeëlstelsel as 'n geïsoleerde sisteem.



- 4.1 Verduidelik die betekenis van die term *geïsoleerde sisteem*. (2)
- 4.2 Bereken die:
- 4.2.1 Massa van die koeël (3)
- 4.2.2 Spoed van die blok nadat die koeël dit verlaat het (4)
- 4.2.3 Gemiddelde netto krag deur die houtblok op die koeël uitgeoefen tydens die botsing (4)
- [13]**

VRAAG 5 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

'n Blok met massa m gly teen 'n wrywinglose helling na punt **B** af. By punt **A**, 0,7 m bo die grond, is die spoed van die blok $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ soos in die onderstaande diagram getoon.



- 5.1 Gebruik die WET VAN DIE BEHOUD VAN MEGANIESE ENERGIE om die spoed van die blok by punt **B** te bereken. (3)

Die blok beweeg van punt **B** na punt **D** oor 'n growwe, horisontale oppervlak. Die kinetiese wrywingskrag tussen die blok en growwe oppervlak is 3 N. Die blok bereik punt **C** met 'n momentum van $5,79 \text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ na links en kinetiese energie van 11,17 J.

- 5.2 Bereken die spoed van die blok by punt **C**. (3)

Die blok kom by punt **D**, 'n afstand X vanaf punt **C**, tot rus.

- 5.3 Stel die *arbeid-energiebeginsel* in woorde. (2)

- 5.4 Gebruik SLEGS energiebeginsels om die afstand X te bereken. (5)

[13]

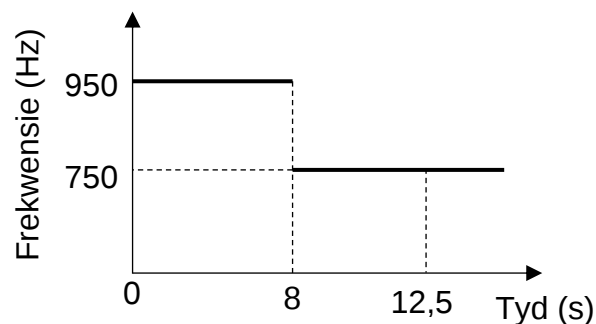
VRAAG 6 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

Die sirene van 'n stilstaande ambulans stel klankgolwe teen 'n konstante frekwensie vry. Die onderstaande diagram toon 'n leerder langs 'n stilstaande detektor wat die frekwensie van die klank wat deur die sirene vrygestel word, registreer.



Die detektor registreer die frekwensie wanneer die ambulans teen 'n konstante spoed na die leerder beweeg, hom verbysteek en dan wegbeweeg.

Die onderstaande grafiek toon die verandering in waargenome frekwensies teenoor tyd soos wat die ambulans die leerder nader en wegbeweeg van die leerder:



6.1 Stel die Doppler-effek in woorde. (2)

6.2 Verduidelik in terme van golflengte en die aantal golwe wat die detektor bereik waarom die waargenome frekwensie hoër is wanneer die ambulans na die man beweeg. (2)

Die spoed van klank in lug is $330 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

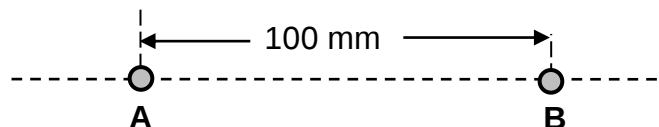
6.3 Bereken die:

6.3.1 Spoed van die ambulans (6)

6.3.2 Afstand tussen die ambulans en die detektor, 12,5 s nadat die detector begin het om die frekwensie te registreer (4)
[14]

VRAAG 7 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

- 7.1 Twee identiese puntladings, **A** en **B**, word 100 mm van mekaar geplaas soos in die onderstaande diagram getoon. Puntlading **B** is negatief gelaai en ervaar 'n elektrostatische krag van 57,6 N na REGS as gevolg van puntlading **A**.

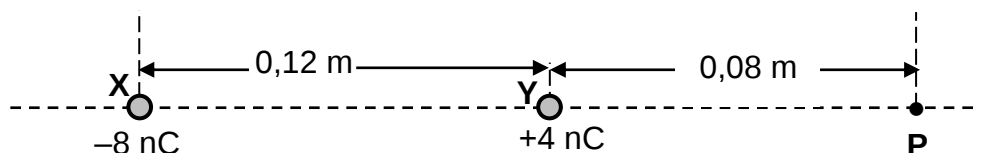


- 7.1.1 Stel *Coulomb se Wet* in woorde. (2)

- 7.1.2 Wat is die polariteit van die lading op **A**? Kies uit POSITIEF of NEGATIEF. (1)

- 7.1.3 Bereken die grootte van die lading op **B**. (3)

- 7.2 Twee puntladings, **X** en **Y**, van -8 nC en $+4\text{ nC}$ onderskeidelik word 0,12 m van mekaar geplaas soos in die onderstaande diagram getoon. **P** is 'n punt op die lyn deur **X** en **Y**, 0,08 m vanaf puntlading **Y**.



- 7.2.1 Definieer die term *elektriese veld by 'n punt*. (2)

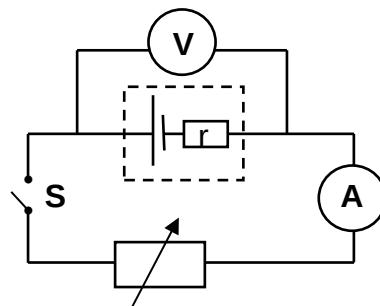
- 7.2.2 Bereken die grootte en rigting van die elektriese veld by punt **P** as gevolg van SLEGS puntlading **X**. (4)

- 7.2.3 Bereken die aantal elektrone wat op **X** bygevoeg moet word om 'n netto elektriese veld van $120\text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$ na LINKS by punt **P** te verkry. (5)

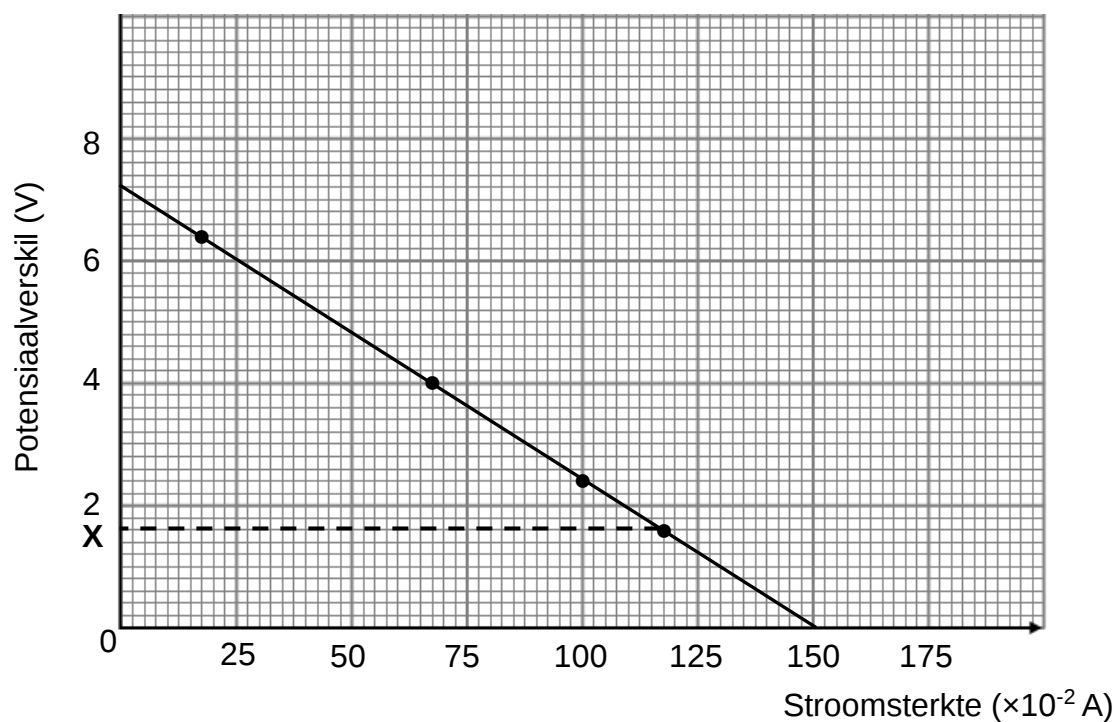
[17]

VRAAG 8 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

'n Groep leerders voer 'n eksperiment uit om die emk ($\mathcal{E}$) en interne weerstand (r) van 'n battery te bepaal deur die onderstaande stroombaan op te stel.



Die leerders trek die volgende potensiaalverskil vs stroomsterkte-grafiek vanuit die resultate verkry:



8.1 Skryf die waarde van die emk van die battery neer. (1)

8.2 Bereken die:

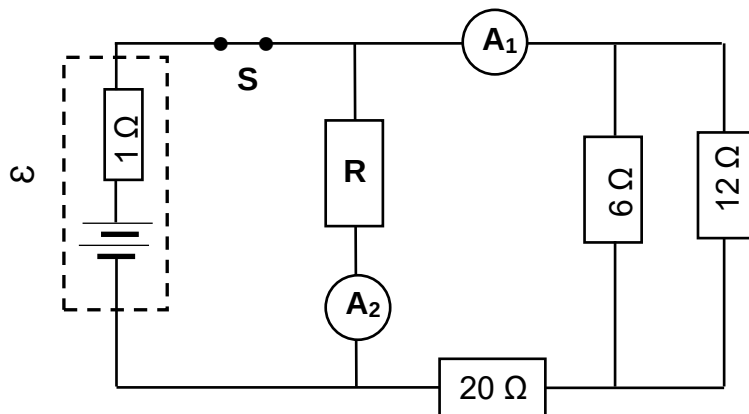
8.2.1 Interne weerstand van die battery (2)

8.2.2 Eksterne weerstand van die stroombaan wanneer die voltmeterlesing X is (3)
[6]

VRAAG 9 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

'n Battery met emk ϵ en interne weerstand van $1\ \Omega$, is aan vier resistors verbind soos in die onderstaande stroombaandiagram getoon.

Skakelaar **S** is GESLUIT. 'n Stroom van $0,5\text{ A}$ vloei deur die $6\ \Omega$ -resistor.



9.1 Stel *Ohm se wet* in woorde. (2)

9.2 Bereken die:

9.2.1 Lesing op A_1 (3)

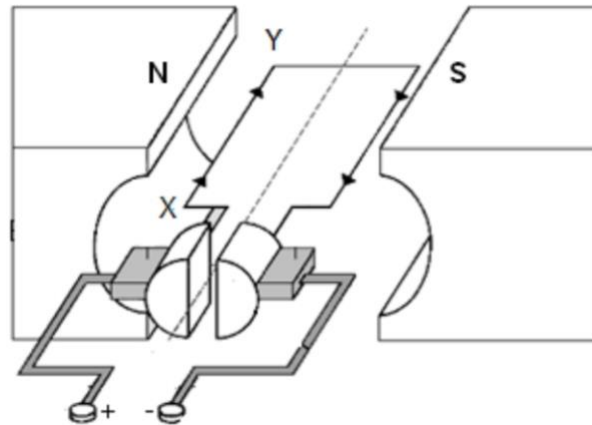
9.2.2 Lesing op A_2 indien die drywing in resistor **R** 16 W is (3)

9.2.3 Emk van die battery (4)

[12]

VRAAG 10 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

- 10.1 Die onderstaande toon 'n vereenvoudigde diagram van 'n gelykstroom (GS) motor. Die stroom in die spoel vloei in die rigting **XY**.



- 10.1.1 Noem die komponent wat aanhoudende rotasie van die spoel in EEN RIGTING verseker. (1)
- 10.1.2 In watter rigting sal die bostaande spoel roteer? Kies uit KLOKSGEWYS of ANTIKLOKSGEWYS. (2)
- 10.1.3 Skryf die energieomskakeling wat in 'n motor plaasvind, neer. (1)
- 10.2 'n WS-generator lewer 'n maksimum stroomsterkte (piekstroom) van 8 A en is verbind aan 'n verwarmer met 'n weerstand van $40\ \Omega$.
- 10.2.1 Definieer die term *wgk-stroomsterkte* in woorde. (2)
- 10.2.2 Bereken die gemiddelde drywing in die verwarmer. (5)

[11]

VRAAG 11 (Begin op 'n nuwe bladsy.)

Die drumpelgolflengte (λ_0) van twee metale, kalium en sink, word in die onderstaande tabel gegee.

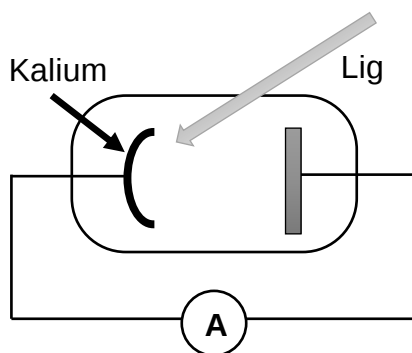
METAAL	DRUMPELGOLFLENGTE (λ_0) ($\times 10^{-7}$ m)
Kalium	10
Sink	4,62

11.1 Definieer die term *werksfunksie* in woorde. (2)

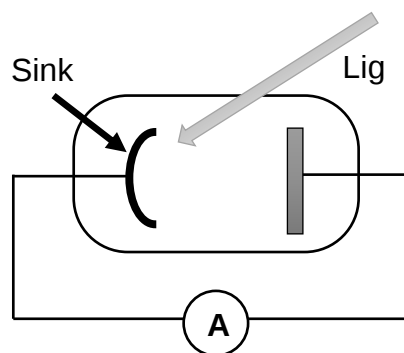
11.2 Watter EEN van die twee metale in die bostaande tabel het 'n hoër werksfunksie? Gee 'n rede vir die antwoord. (3)

Die onderstaande vereenvoudigde fotoseldiagramme, **X** en **Y**, bevat katodes van kaliummetaal en sinkmetaal respektiewelik.

Lig met dieselfde intensiteit en 'n frekwensie van 5×10^{14} Hz word op beide plate geskyn. Die ammeter in **X** registreer 'n lesing, maar die ammeterlesing in **Y** is ZERO.



Stroombaan X



Stroombaan Y

11.3 Verduidelik waarom die ammeterlesing in stroombaan **Y** zero is. (2)

11.4 Bereken die maksimum kinetiese energie van 'n foto-elektron in stroombaan **X** vrygestel. (4)

11.5 Die intensiteit van die lig word nou verhoog.

Hoe sal ELK van die volgende in stroombaan **X** verander?
Kies uit TOENEEM, AFNEEM of BLY DIESELFDE.

11.5.1 Maksimum kinetiese energie van die foto-elektrone (1)

11.5.2 Die aantal foto-elektrone vrygestel per eenheidstyd (1)

[13]

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

NAME/NAAM	SYMBOL/SIMBOOL	VALUE/WAARDE
Acceleration due to gravity <i>Swaartekragversnelling</i>	g	$9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
Universal gravitational constant <i>Universele gravitasiekonstant</i>	G	$6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$
Speed of light in a vacuum <i>Spoed van lig in 'n vakuum</i>	c	$3,0 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
Planck's constant <i>Planck se konstante</i>	h	$6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
Coulomb's constant <i>Coulomb se konstante</i>	k	$9,0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$
Charge on electron <i>Lading op elektron</i>	e	$1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$
Electron mass <i>Elektronmassa</i>	m_e	$9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Mass of the Earth <i>Massa van die Aarde</i>	M	$5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
Radius of the Earth <i>Radius van die Aarde</i>	R_E	$6,38 \times 10^6 \text{ m}$

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

$F_{\text{net}} = ma$	$p = mv$
$f_s^{\text{max}} = \mu_s N$	$f_k = \mu_k N$
$F_{\text{net}} \Delta t = \Delta p$ $\Delta p = mv_f - mv_i$	$w = mg$
$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$ 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 $E_k = \frac{1}{2} mv^2$	$W_{\text{net}} = \Delta K$ or/of $W_{\text{net}} = \Delta E_k$ $\Delta K = K_f - K_i$ or/of $\Delta E_k = E_{kf} - E_{ki}$
$W_{\text{nc}} = \Delta K + \Delta U$ or/of $W_{\text{nc}} = \Delta E_k + \Delta E_p$	$P = \frac{W}{\Delta t}$
$P_{\text{ave}} = Fv_{\text{ave}} / P_{\text{gemid}} = Fv_{\text{gemid}}$	

WAVES, SOUND AND LIGHT/GOLWE, KLANK EN LIG

$v = f \lambda$	$T = \frac{1}{f}$
$f_L = \frac{v \pm v_L}{v \pm v_s} f_s$ or/of $f_L = \frac{v \pm v_L}{v \pm v_b} f_b$	$E = hf$ or/of $E = h \frac{c}{\lambda}$
$E = W_0 + E_{k(\text{max})}$ or/of $E = W_0 + K_{\text{max}}$ where/waar $E = hf$ and/en $W_0 = hf_0$ and/en $E_{k(\text{max})} = \frac{1}{2} mv_{\text{max}}^2$ or/of $K_{\text{max}} = \frac{1}{2} mv_{\text{max}}^2$	

ELECTROSTATICS/ELEKTROSTATIKA

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

ELECTRIC CIRCUITS/ELEKTRIESE STROOMBANE

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

ALTERNATING CURRENT/WISSELSTROOM

$I_{\text{rms}} = \frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{2}} \quad / \quad I_{\text{wgk}} = \frac{I_{\text{maks}}}{\sqrt{2}}$ $V_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{max}}}{\sqrt{2}} \quad / \quad V_{\text{wgk}} = \frac{V_{\text{maks}}}{\sqrt{2}}$	$P_{\text{ave}} = V_{\text{rms}} I_{\text{rms}} \quad / \quad P_{\text{gemiddeld}} = V_{\text{wgk}} I_{\text{wgk}}$ $P_{\text{ave}} = I_{\text{rms}}^2 R \quad / \quad P_{\text{gemiddeld}} = I_{\text{wgk}}^2 R$ $P_{\text{ave}} = \frac{V_{\text{rms}}^2}{R} \quad / \quad P_{\text{gemiddeld}} = \frac{V_{\text{wgk}}^2}{R}$
--	---