

## HOOFDSTUK 1: ELEKTRICITEIT

1. INLEIDING.....	3
2. ELEKTROSTATICA.....	5
2.1. ELEKTRISCHE LADINGEN.....	5
2.1.1 Inleiding.....	5
2.1.2. Elektrische ladingen en atoomstructuur.....	6
2.1.3. Grootheid en eenheid.....	7
2.1.4. De wet van Coulomb.....	8
2.3. GELEIDERS, ISOLATOREN EN HALFGELEIDERS.....	12
2.4. DE ELEKTRISCHE POTENTIAAL.....	14
2.4.1. Het elektrisch veld en de elektrische veldkracht.....	14
2.4.2. Elektrische veldlijnen.....	15
2.4.3. Arbeid van de veldkracht in een homogeen veld.....	17
2.4.4. De potentiaal in een homogeen veld.....	17
2.4.5. Arbeid en potentiaalverschil.....	19
3. ELEKTRODYNAMICA.....	23
3.1. STROOMSCHEMA'S.....	23
3.2. DE SPANNING.....	26
3.3. DE STROOMSTERKTE.....	27
3.4. DE WEERSTAND.....	28
3.4.1. De wet van Ohm.....	29
3.4.2. De wet van Pouillet.....	29
3.4.3. Invloed van de temperatuur op de weerstand.....	31
3.4.4. Spanningsbron en weerstand.....	31
3.4.5. Weerstanden schakelen.....	31
3.5. ENERGIE EN VERMOGEN.....	34
3.5.1. Energie en joule-effect.....	34
3.5.2. Vermogen.....	34
3.5.3. Elektrisch vermogen.....	35
3.5.4. Rendement.....	35
3.6. VEILIG OMGAAN MET ELEKTRICITEIT.....	36
3.6.1. Menselijke schade.....	36
3.6.2. Materiële schade.....	38
3.6.3. Beschermingsmiddelen.....	40
3.7. VEILIG OMGAAN MET ONWEER.....	42
3.7.1. Onweer.....	42
3.7.2. Hoe handelen bij onweer?.....	42
3.8. BATTERIJEN.....	44

## OEFENINGEN ELEKTRICITEIT

OEFENING 1.....	3
OPGAVEN.....	3
OPLOSSINGEN.....	3
OEFENING 2.....	5
OPGAVEN.....	5
OPLOSSINGEN.....	5
OEFENING 3.....	6
OPGAVEN.....	6
OPLOSSINGEN.....	6
OEFENING 4.....	7
OPGAVEN.....	7
OPLOSSINGEN.....	7
OEFENING 5.....	9
OPGAVEN.....	9
OPLOSSINGEN.....	9
OEFENING 6.....	10
OPGAVEN.....	10
OPLOSSINGEN.....	13
OEFENING 7.....	16
OPGAVEN.....	16
OPLOSSINGEN.....	18
OEFENING 8.....	22
OPGAVEN.....	22
OPLOSSINGEN.....	23
OEFENING 9.....	25
OPGAVEN.....	25
OPLOSSINGEN.....	25

Tenzij anders gevraagd, rond je je antwoorden af in functie van de beduidende cijfers. Schrijf alleen in wetenschappelijke notatie als dat nodig is voor de afronding of expliciet gevraagd wordt. Zie indien nodig de bijlage Beduidende cijfers.

## HOOFDSTUK 2: ELEKTROMAGNETISME

1. NATUURLIJKE MAGNETEN.....	3
1.1. MAGNEETPOLEN EN MAGNETISCHE KRACHTWERKING.....	3
1.2. MAGNETISCHE INFLUENTIE.....	5
1.3. HET MAGNETISCH VELD.....	5
1.4. DE AARDE ALS MAGNEET.....	6
2. ELEKTRISCHE STROOM EN MAGNETISCH VELD.....	8
2.1. DE RELATIE TUSSEN ELEKTRISCHE STROOM EN MAGNETISCH VELD.....	8
2.2. VELDLIJNEN ROND EEN RECHTE DOORSTROOMDE GELEIDER.....	9
2.3. VELDLIJNEN ROND EEN DOORSTROOMDE SOLENOÏDE (SPOEL).....	10
2.4. ELEKTROMAGNETEN.....	10
3. MAGNETISCHE KRACHTWERKING.....	13
3.1. DE LORENTZKRACHT.....	13
3.2. ZIN VAN DE LORENTZKRACHT.....	14
3.3. MAGNETISCHE INDUCTIE.....	15
3.4. TOEPASSINGEN.....	17
4. ELEKTROMAGNETISCHE INDUCTIE.....	25
4.1. MAGNETISCHE FLUX.....	25
4.2. INDUCTIESPANNING.....	26
4.3. DE WET VAN LENZ.....	29
4.4. TOEPASSINGEN.....	31
5. ELEKTRISCHE WISSELSTROOMGENERATOR.....	32
5.1. WERKING EN VOORBEELDEN.....	32
5.2. WISSELSPANNING.....	35
5.3. EFFECTIEVE SPANNING.....	36
6. DE TRANSFORMATOR.....	37
6.1. BOUW.....	38
6.2. WERKING.....	38

## OEFENINGEN ELEKTROMAGNETISME

OEFENING 1.....	3
OPGAVEN.....	3
OPLOSSINGEN.....	4
OEFENING 2.....	5
OPGAVEN.....	5
OPLOSSINGEN.....	5
OEFENING 3.....	6
OPGAVEN.....	6
OPLOSSINGEN.....	8
OEFENING 4.....	10
OPGAVEN.....	10
OPLOSSINGEN.....	10
OEFENING 5.....	12
OPGAVEN.....	12
OPLOSSINGEN.....	12
OEFENING 6.....	13
OPGAVEN.....	13
OPLOSSINGEN.....	14
OEFENING 7.....	15
OPGAVEN.....	15
OPLOSSINGEN.....	15

Tenzij anders gevraagd, rond je je antwoorden af in functie van de beduidende cijfers. Schrijf alleen in wetenschappelijke notatie als dat nodig is voor de afronding of expliciet gevraagd wordt. Zie indien nodig de bijlage Beduidende cijfers.

## HOOFDSTUK 3: KERNFYSICA

1. HET ATOOM.....	3
2. DE EQUIVALENTIE VAN MASSA EN ENERGIE.....	5
3. DE FUNDAMENTELE NATUURKRACHTEN.....	8
3.1. HET STANDAARDMODEL.....	8
3.2. HET STANDAARDMODEL EN DE FUNDAMENTELE NATUURKRACHTEN.....	10
4. NATUURLIJKE RADIOACTIVITEIT.....	12
4.1. DE ONTDEKKING VAN NATUURLIJKE RADIOACTIVITEIT.....	13
4.2. SOORTEN STRALING.....	13
4.3. HET RADIOACTIEF VERVAL.....	14
4.4. DE RADIOACTIEVE VERVALWET.....	18
4.5. BRONNEN VAN NATUURLIJKE RADIOACTIVITEIT.....	21
5. KUNSTMATIGE RADIOACTIVITEIT.....	23
6. KERNENERGIE.....	24
6.1. KERNSPLIJTING (KERNFISSIE).....	24
6.2. KERNFUSIE.....	24
6.3. KERNCENTRALES.....	27
7. TOEPASSINGEN.....	29
7.1. DATERING VAN VOORWERPEN.....	29
7.2. IONISERENDE STRALING IN DE GENEESKUNDE.....	32
7.3. TRACERS.....	34
7.4. KERNBOMMEN.....	35
8. DETECTIE VAN RADIOACTIVITEIT.....	36
9. RADIOACTIVITEIT KWANTIFICEREN.....	37
9.1. HOE STERK IS DE STRALINGSBRON? → ACTIVITEIT.....	37
9.2. WELK EFFECT HEEFT DE STRALING? → DOSIS.....	39
10. DE EFFECTEN VAN RADIOACTIEVE STRALING OP LEVENDE WEZENS.....	41
10.1. BLOOTSTELLING.....	41
10.2. BESTRALING EN BESMETTING.....	42
10.3. BIOLOGISCHE EFFECTEN VAN STRALING.....	42
10.4. BESCHERMING.....	45

## OEFENINGEN KERNFYSICA

OEFENING 1.....	3
OPGAVEN.....	3
OPLOSSINGEN.....	4
OEFENING 2.....	5
OPGAVEN.....	5
OPLOSSINGEN.....	8
OEFENING 3.....	9
OPGAVEN.....	9
OPLOSSINGEN.....	10
OEFENING 4.....	11
OPGAVEN.....	11
OPLOSSINGEN.....	12
OEFENING 5.....	14
OPGAVEN.....	14
OPLOSSINGEN.....	14
OEFENING 6.....	15
OPGAVEN.....	15
OPLOSSINGEN.....	16

Tenzij anders gevraagd, rond je je antwoorden af in functie van de beduidende cijfers. Schrijf alleen in wetenschappelijke notatie als dat nodig is voor de afronding of expliciet gevraagd wordt. Zie indien nodig de bijlage Beduidende cijfers.

## HOOFDSTUK 4: KRACHT

1. KRACHTEN.....	3
2. DE BEGINSELEN VAN NEWTON.....	7
2.1. DE EERSTE WET VAN NEWTON.....	7
2.2. DE TWEEDE WET VAN NEWTON.....	9
2.3. DE DERDE WET VAN NEWTON.....	10
3. DE GRAVITATIEKRACHT.....	11
4. ZWAARTEKRACHT, NORMAALKRACHT EN WRIJVINGSKRACHT.....	13
4.1. ZWAARTEKRACHT.....	13
4.1.1. De waarde van $g$ .....	13
4.1.2. Het zwaarteveld en de zwaarteveldsterkte.....	14
4.2. NORMAALKRACHT.....	15
4.3. WRIJVINGSKRACHT.....	15
4.4. GEWICHT(SKRACHT).....	16
4.5. HELLINGEN.....	17

## OEFENINGEN KRACHT

OEFENING 1.....	3
OPGAVEN.....	3
OPLOSSINGEN.....	3
OEFENING 2.....	4
OPGAVEN.....	4
OPLOSSINGEN.....	5
OEFENING 3.....	7
OPGAVEN.....	7
OPLOSSINGEN.....	7
OEFENING 4.....	9
OPGAVEN.....	9
OPLOSSINGEN.....	11

Tenzij anders gevraagd, rond je je antwoorden af in functie van de beduidende cijfers. Schrijf alleen in wetenschappelijke notatie als dat nodig is voor de afronding of expliciet gevraagd wordt. Zie indien nodig de bijlage Beduidende cijfers.



## HOOFDSTUK 5: BEWEGING

1. BEGRIPPEN.....	3
2. DE EENPARIG RECHTLIJNIGE BEWEGING (ERB).....	5
3. DE EENPARIG VERANDERLIJKE RECHTLIJNIGE BEWEGING (EVRB).....	6
4. VALBEWEGING EN VALVERSNELLING.....	12
5. GRAFIEKEN VAN ERB's EN EVRB's.....	13
5.1. $s-t$ -GRAFIEK VAN DE ERB.....	13
5.2. $s-t$ -GRAFIEK VAN DE EVRB.....	14
5.3. $v-t$ -GRAFIEK VAN EEN ERB.....	18
5.4. $v-t$ -GRAFIEK VAN EEN EVRB.....	19
5.5. VERANDERINGEN IN DE BEWEGING.....	21
5.6. $s-t$ -GRAFIEK VAN EEN VALBEWEGING.....	25
5.7. $v-t$ -GRAFIEK VAN EEN VALBEWEGING.....	25
6. DE HORIZONTALE WORP.....	26
7. DE ECB EN DE MIDDELPUNTZOEKENDE KRACHT.....	28
7.1. DE EENPARIG CIRKELVORMIGE BEWEGING (ECB).....	28
7.2. KENMERKEN VAN DE BEWEGING.....	29
7.3. DE CENTRIPETALE VERSNELLING.....	30
7.4. STUDIE VAN ENKELE CIRKELVORMIGE BEWEGINGEN.....	31
7.4.1. Karretje in een rollercoaster.....	31
7.4.2. Elektron rond een atoomkern.....	33
7.4.3. Vliegtuig in een looping.....	34
7.4.4. Wegvallen van de middelpuntzoekende kracht.....	35
7.5. TOEPASSING: SATELLIETEN.....	36

## OEFENINGEN BEWEGING

OEFENING 1.....	3
OPGAVEN.....	3
OPLOSSINGEN.....	3
OEFENING 2.....	4
OPGAVEN.....	4
OPLOSSINGEN.....	5
OEFENING 3.....	7
OPGAVEN.....	7
OPLOSSINGEN.....	7
OEFENING 4.....	9
OPGAVEN.....	9
OPLOSSINGEN.....	12
OEFENING 5.....	15
OPGAVEN.....	15
OPLOSSINGEN.....	15
OEFENING 6.....	17
OPGAVEN.....	17
OPLOSSINGEN.....	18

Tenzij anders gevraagd, rond je je antwoorden af in functie van de beduidende cijfers. Schrijf alleen in wetenschappelijke notatie als dat nodig is voor de afronding of expliciet gevraagd wordt. Zie indien nodig de bijlage Beduidende cijfers.

## HOOFDSTUK 6: ARBEID EN ENERGIE

1. ARBEID.....	3
1.1. DEFINITIE.....	3
1.2. BEREKENING VAN DE ARBEID.....	3
1.2.1. Algemeen.....	3
1.2.2. Arbeid geleverd door de gravitatiekracht.....	5
1.2.3. Arbeid geleverd door de zwaartekracht.....	5
1.3.4. Arbeid geleverd door de veerkracht.....	6
2. ENERGIE.....	7
2.1. KINETISCHE ENERGIE.....	7
2.2. POTENTIËLE ENERGIE.....	8
2.2.1. Gravitatiele potentiële energie.....	9
2.2.2. Elastische potentiële energie.....	11
2.3. MECHANISCHE ENERGIE.....	11
2.4. HET BEGINSSEL VAN HET BEHOUD VAN MECHANISCHE ENERGIE.....	12
2.5. DE WET VAN HET BEHOUD VAN ENERGIE.....	14

## OEFENINGEN ARBEID EN ENERGIE

OEFENING 1.....	3
OPGAVEN.....	3
OPLOSSINGEN.....	4
OEFENING 2.....	7
OPGAVEN.....	7
OPLOSSINGEN.....	7
OEFENING 3.....	9
OPGAVEN.....	9
OPLOSSINGEN.....	9
OEFENING 4.....	10
OPGAVEN.....	10
OPLOSSINGEN.....	10
OEFENING 5.....	12
OPGAVE.....	12
OPLOSSING.....	12
OEFENING 6.....	13
OPGAVEN.....	13
OPLOSSINGEN.....	13
OEFENING 7.....	14
OPGAVEN.....	14
OPLOSSINGEN.....	15
OEFENING 8.....	19
OPGAVEN.....	19
OPLOSSINGEN.....	19

Tenzij anders gevraagd, rond je je antwoorden af in functie van de beduidende cijfers. Schrijf alleen in wetenschappelijke notatie als dat nodig is voor de afronding of expliciet gevraagd wordt. Zie indien nodig de bijlage Beduidende cijfers.

## HOOFDSTUK 7: HARMONISCHE TRILLING

1. TRILLINGEN.....	3
1.1. DEFINITIE.....	3
1.2. GEDEMPTE EN ONGEDEMPTE TRILLINGEN.....	3
1.3. DE HARMONISCHE TRILLING.....	3
2. EIGENSCHAPPEN VAN DE HARMONISCHE TRILLING.....	4
2.1. PERIODE.....	4
2.2. FREQUENTIE.....	4
2.3. ELONGATIE.....	5
2.4. AMPLITUDE.....	5
2.5. FASE.....	5
3. VERBAND TUSSEN DE ECB EN DE HARMONISCHE TRILLING.....	6
4. WISKUNDIGE BESCHRIJVING VAN DE HARMONISCHE TRILLING.....	8
5. SNELHEID EN VERSNELLING VAN EEN HARMONISCHE TRILLING.....	10
6. STUDIE VAN TWEE HARMONISCHE TRILLINGEN.....	11
6.1. MASSA-VEERSYSTEEM.....	11
6.1.1. Inleiding: veer en veerconstante.....	11
6.1.2. het massa-veersysteem als harmonische trilling.....	12
6.1.3. Alternatieven om snelheid en versnelling te berekenen.....	16
6.2. SLINGER.....	16
6.2.1. Inleiding.....	16
6.2.2. De slingerbeweging als harmonische trilling.....	17
6.3. CONCLUSIES.....	22
6.4. DE PERIODE VAN EEN HARMONISCHE TRILLING.....	23
6.4.1. Algemeen.....	23
6.4.2. Veer.....	23
6.4.3. Slinger.....	24
6.5. DE ENERGIE VAN HARMONISCHE TRILLINGEN BEREKENEN.....	24

## OEFENINGEN HARMONISCHE TRILLING

OEFENING 1.....	3
OPGAVEN.....	3
OPLOSSINGEN.....	3
OEFENING 2.....	4
OPGAVEN.....	4
OPLOSSINGEN.....	5
OEFENING 3.....	7
OPGAVEN.....	7
OPLOSSINGEN.....	9
OEFENING 4.....	12
OPGAVEN.....	12
OPLOSSINGEN.....	13

Tenzij anders gevraagd, rond je je antwoorden af in functie van de beduidende cijfers. Schrijf alleen in wetenschappelijke notatie als dat nodig is voor de afronding of expliciet gevraagd wordt. Zie indien nodig de bijlage Beduidende cijfers.

## HOOFDSTUK 8: GOLVEN

1. GOLVEN.....	3
1.1. DEFINITIE.....	3
1.2. SOORTEN GOLVEN.....	5
2. BESCHRIJVING VAN GOLVEN.....	6
2.1. GOLFFRONT EN GOLFSTRAAL.....	6
2.2. GRAFISCHE VOORSTELLING.....	8
2.3. GOLFLENGTE EN GOLFSNELHEID.....	9
3. EIGENSCHAPPEN VAN LOPENDE GOLVEN.....	11
3.1. BUIGING OF DIFFRACTIE.....	11
3.1.1. Buiging bij geluid.....	12
3.1.2. Buiging bij licht.....	14
3.2. WEERKAATSING OF REFLECTIE.....	14
3.2.1. Verklaring van reflectie met het beginsel van Huygens.....	14
3.2.2. Wetmatigheden bij terugkaatsing.....	16
3.2.3. Terugkaatsing bij licht.....	16
3.2.4. Terugkaatsing bij geluid.....	17
4. RESONANTIE.....	18
5. OEFENINGEN.....	21
5.1. OPGAVEN.....	21
5.2. OPLOSSINGEN.....	23

## HOOFDSTUK 9: GELUID

1. VOORTPLANTING VAN GELUID.....	3
2. EIGENSCHAPPEN VAN GELUIDSGOLVEN.....	4
2.1. TOON EN TOONHOOGTE.....	4
2.2. TIMBRE, TOONKLEUR OF KLANKKLEUR.....	6
3. STAANDE GOLVEN IN MUZIEKINSTRUMENTEN.....	7
3.1. INTERFERENTIE.....	7
3.2. HET ONTSTAAN VAN STAANDE GOLVEN.....	10
3.3. SNAARINSTRUMENTEN.....	10
3.4. BLAASINSTRUMENTEN.....	13
3.4.1. Staande golven in een luchtkolom met 2 open uiteindes.....	13
3.4.2. Staande golven in een luchtkolom met 1 gesloten en 1 open uiteinde.....	15
4. DE LUIDHEID VAN HET GELUID.....	16
4.1. GELUIDSVERMOGEN.....	16
4.2. TOONSTERKTE OF GELUIDSINTENSITEIT.....	16
4.3. GELUIDSDRUK.....	17
4.4. GELUIDSNIVEAU.....	17
5. TOEPASSINGEN VAN GELUIDSGOLVEN: SONAR.....	20
6. GELUIDSOVERLAST.....	21
6.1. DE BRONNEN VAN LAWAAI.....	21
6.2. DE GEVOLGEN VAN GELUIDSOVERLAST.....	22
6.3. VERBETEREN VAN DE GELUIDSKWALITEIT.....	22
6.3.1. Algemeen principe.....	22
6.3.2. Absorptie.....	23
6.3.3. Reflectie.....	24
6.3.4. Isolatie.....	25
7. OEFENINGEN.....	25
7.1. OEFENING 1.....	25
OPGAVEN.....	25
OPLOSSINGEN.....	27
7.2. OEFENING 2.....	27
OPGAVEN.....	27
OPLOSSINGEN.....	28



## HOOFDSTUK 10: LICHT

1. HET ELEKTROMAGNETISCH SPECTRUM.....	3
1.1. ONTSTAAN EN BRONNEN VAN ELEKTROMAGNETISCHE STRALING.....	3
1.2. SOORTEN ELEKTROMAGNETISCHE STRALING.....	3
1.2.1. Gammastraling.....	4
1.2.2. Röntgenstralen.....	4
1.2.3. Ultraviolet-straling.....	5
1.2.4. Zichtbaar licht.....	6
1.2.5. Infrarood-straling.....	8
1.2.6. Microgolven.....	8
1.2.7. Radiogolven.....	9
1.3. ENERGIEOVERDRACHT DOOR ELEKTROMAGNETISCHE GOLVEN.....	10
2. LICHT ALS GOLF.....	13
2.1. BUIGING.....	13
2.2. WEERKAATSING.....	13
2.3. BREKING.....	13
2.3.1. Algemeen.....	13
2.3.2. Breking bij licht.....	14
2.4. INTERFERENTIE.....	16
2.4.1. Het verschijnsel interferentie.....	16
2.4.2. Het interferentie-experiment van Young.....	16
2.4.3. Roosters.....	17
2.5. POLARISATIE.....	18
3. HET DUAAL KARAKTER VAN LICHT.....	20