



Lesbrief VDL & DAF

Hoe rijd je elektrisch met een bus of vrachtwagen?

Opdrachten voor leerlingen

Scheikunde: welke accu is geschikt?

- A) Hoe maak je een accu sterk genoeg voor een bus of vrachtwagen?
- B) Welk soort accu is geschikt voor zware voertuigen?

Wiskunde | Hoe maak je de actieradius zo groot mogelijk?

- A) Welke factoren hebben invloed op de actieradius?
- B) Hoe bereken je een actieradius?

Denken over elektrisch rijden met bus of vrachtwagen

Scheikunde | welke accu is geschikt?



Een wereld zonder voertuigen kunnen wij ons echt niet meer voorstellen. Ze brengen ons veel goeds, maar helaas zorgen voertuigen die op benzine of diesel rijden ook voor milieuvervuiling door hun uitlaatgassen, geur en geluid. Zware voertuigen, zoals bussen en vrachtwagens nemen – doordat ze veel op de weg zijn – een groot deel van de uitstoot van CO₂ en stikstofgassen voor hun rekening.

Eén van de manieren om een zwaar voertuig duurzamer te laten rijden, is door de dieselmotor te vervangen door een elektrische motor. Bij een elektrische motor ontstaan geen schadelijke uitlaatgassen. Als de elektriciteit waar de motoren door worden aangedreven ook nog duurzaam wordt opgewekt, betekent dat dus een goede stap op weg naar een schoner milieu! VDL Groep en DAF Trucks, bedrijven in de Brainport regio, ontwikkelen samen aan elektrisch rijdende bussen en vrachtwagens.

Toch rijden nog niet alle voertuigen elektrisch. Dit heeft een aantal redenen. Omdat we pas aan het begin van de ontwikkeling staan, is elektrisch rijden nog erg duur. Daarnaast heeft een accu nog weinig energie in vergelijking tot diesel of benzine. Zo kan een elektrische auto bijvoorbeeld wel een caravan trekken, maar is de actieradius (hoe ver een voertuig komt) daarbij nog heel klein.

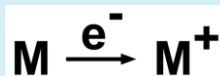
Een accu die geschikt is voor een bus of vrachtwagen moet dus een hele sterke accu zijn. Maar hij moet ook zo licht mogelijk zijn, weinig plaats innemen en natuurlijk geschikt zijn om in een bus of vrachtwagen in te bouwen. Daarnaast kun je de prestatie van een accu verbeteren door onderzoek te doen aan de chemie in de accu.



A) Hoe maak je een accu sterk genoeg voor een bus of vrachtwagen?

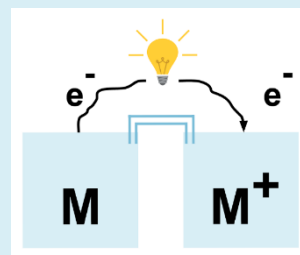
Om een zwaar voertuig ver genoeg te kunnen laten rijden, heb je een sterke accu nodig.

In een accu wordt stroom opgewekt door een chemische reactie waarbij elektronen van de ene stof aan de andere stof worden overgedragen.



Door de stoffen die reageren van elkaar te scheiden en zo de elektronen te 'dwingen' om door een geleidende draad heen te gaan, ontstaat er een elektrische stroom.

Die stroom kun je gebruiken om een lamp mee te laten branden, maar ook om een bus of vrachtwagen op stroom te laten rijden.



De sterkte van de accu hangt af van de 'kracht' waarmee de elektronen door de geleidende draad heen 'geduwd' worden. Dat noem je de spanning. Hoe meer spanning de accu heeft, hoe sterker deze is.

Omdat een bus of vrachtwagen heel zwaar is, heb je een sterke accu nodig om deze te laten rijden.

In deze opdracht onderzoek je hoe je een accu bouwt en hoe je deze sterker kan maken.

Veel mensen noemen een accu ook wel een batterij.

1. Bouw een citroen-batterij volgens de instructie op deze pagina^{xvii}.
2. Meet hoeveel spanning jouw citroenbatterij opwekt met een multimeter.



Onze citroenaccu levert een spanning van _____ Volt.

Je kunt een batterij sterker maken (meer volt!) door meer citroenen achter elkaar te schakelen.

3. Combineer jullie citroenbatterijen: verbindt meer citroenen met elkaar op dezelfde manier als in proef 1 en meet de spanning net als in proef 2.
4. Hoeveel spanning kunnen jullie opwekken?

Een batterij met _____ citroenen levert een spanning van _____ Volt.

Om een bus of vrachtwagen te laten rijden, heb je wel 600 Volt nodig.

5. Hoeveel citroenen zou je daarvoor achter elkaar moeten schakelen?

Om 600V op te wekken, heb je gemiddeld _____ citroenen nodig.

Een accu in een bus of vrachtwagen is niet gemaakt van citroenen. Daar gebruiken ze een lithium-ion cellen voor. De cellen bouw je op in modules en de modules samen vormen de accu.

Eén lithium-ion cel levert een spanning van 3,6 Volt. Een accu voor een bus of vrachtwagen heeft zo'n 600 Volt nodig.

6. Bereken hoeveel lithium-ion cellen je achter elkaar moet schakelen om voldoende spanning op te wekken om een bus of vrachtwagen te laten rijden.

Om een bus of vrachtwagen te laten rijden, moet je _____ Li-ion accu's achter elkaar schakelen.



B) Welk soort accu is geschikt voor zware voertuigen?

Accu's verschillen op veel punten: op basis van welke chemische reactie ze stroom leveren, hoeveel stroom kunnen ze leveren, hoeveel spanning ze op wekken enzovoorts.

Om een voertuig als een bus of een vrachtwagen elektrisch te laten rijden, kun je verschillende soorten accu's kiezen. Je zou zelfs een citroen-accu kunnen maken! Maar om te bepalen welke accu het meest geschikt is voor een bus of een vrachtwagen, houd je rekening met de eisen die het gebruik van een bus of vrachtwagen aan de accu stelt.

In deze opdracht onderzoek je verschillen tussen batterijen (dat zijn ook accu's!) en kies je op basis daarvan welke soort accu het meest geschikt zou zijn voor in een bus of vrachtwagen.

1. Vraag aan je docent

- minimaal drie verschillende, goed werkende batterijen
- de tabel 'accu verschillen'.

2. Bekijk de batterijen én de tekst daarop goed.

Zoek zoveel mogelijk verschillen tussen deze batterijen, net als in het voorbeeld hieronder.

Tip:

Zoek eerst zelf verschillen die je kunt zien aan de batterij, de verpakking etc.

In de volgende opdrachten gaan we ook verschillen onderzoeken. Dat hoeft nu dus nog niet!

	Batterij A	Batterij B	Batterij C
Merk	Duracell	Conrad	123accu <u>Xtreme power</u>
Type	Ultra 123 <u>photo</u>	Energy alkalinebatterij 23A	AAA
Spanning	3V	12 V	1,5 V

Voorbeeld tabel 'accu verschillen'



In de vorige opdracht heb je verschillen onderzocht die je zelf kunt zien.

Voor een batterij maakt het ook uit hoeveel energie hij kan leveren. Dat onderzoeken we in deze opdracht.

3. Voeg de volgende kenmerken toe aan je verschillen tabel:

- Stroomsterkte
- Vermogen
- Capaciteit
- Energiedichtheid
- Elektrische energie



4. Meet of bereken de waarde van deze kenmerken en vul de waarde voor de verschillende batterijen in de tabel in:

Kenmerk	Grootheid (Eenheid)	Uitleg Opzoeken/meten/berekenen door:
Spanning	U (V)	Met hoeveel 'kracht' stuurt de accu de stroom door? Staat op de batterij, maar ook te meten met een multimeter.
Stroomsterkte	I (A)	Meet de stroomsterkte met een multimeter.
Vermogen	P (W)	$P = U \times I$
Capaciteit	C (Ah)	Hoeveel uur een bepaalde hoeveelheid stroom (Ampère) geleverd kan worden. Opzoeken op internet, onder andere wikipedia ^{xviii} is een fijne bron van informatie!
Elektrische energie	E (kWh)	Hoeveel (elektrische) energie kan een accu leveren: $E = U \times C$
Energiedichtheid	w (kWh/kg)	Hoeveel energie levert een accu per kg gewicht $w = E / m$



Een accu voor een vrachtwagen of bus moet voldoen aan de volgende eisen:

- Zo veel mogelijk **elektrische energie** (kWh).
Met meer elektrische energie komt het voertuig verder op één accu.
- Zo laag mogelijk **gewicht**
Hoe zwaarder de batterij, hoe hoger het energieverbruik (en dus een kleinere actieradius). Bovendien mag een vrachtwagen in Nederland – inclusief vracht én natuurlijk de accu – maximaal 50 ton wegen. Dus met een lager gewicht van de accu mag de bus of vrachtwagen meer passagiers of goederen vervoeren.
- Zo **klein** mogelijk (Wh per liter)
Meer energie meenemen is één ding, maar er moet ook genoeg ruimte zijn voor passagiers en goederen. Zeker omdat de maten van bussen en vrachtwagens door de wet begrensd zijn.
- Zo snel mogelijk **opladen**: iedere minuut dat een bus of vrachtwagen moet opladen kan deze niet rijden, en dus ook geen geld verdienen. Dieselmotoren rijden gemiddeld zo'n 18 uur per dag, en moeten met de huidige technologie minimaal 1 keer per dag (gedeeltelijk) worden bijgeladen
- Minimale **spanning** = 600V
Dit is geen eis, maar een gevolg van de gebruikte componenten en bijvoorbeeld de laadsnelheid. De motoren vragen dergelijke spanning en bij het laden is de stroom (A) de beperkende factor. Je kunt sneller laden (meer kW per h) door de spanning te verhogen waardoor je het vermogen (kW) vergroot.
- **Levensduur**
Het aantal laadcycli (hoe vaak kun je een accu op- en ontladen) is van belang. Een loodbatterij is per kWh veel goedkoper dan een Li-ion, maar kan veel minder cycli mee: per cyclus is deze daardoor dus duurder dan een Li-ion.

5. Ga met behulp van bovenstaande informatie en jullie accuverschillen-tabel na welke van jullie batterijen het beste zou zijn om een bus op te laten rijden:

- Vul in de kolom 'bus/vrachtwagen' in wat het beste zou zijn voor een accu voor een bus of vrachtwagen. Maakt het niet uit of kun je dat niet weten? Laat het vakje dan leeg.
- Ga voor ieder kenmerk na welke het beste voldoet aan de eisen voor een bus of vrachtwagen.

Kenmerk	Batterij A	Batterij B	Batterij C	Bus/ vrachtwagen
Merk	Duracell	Samsung	123accu Xtreme power	
Type	Ultra 123 photo	ICR18650-26 ZLF / 18650 Z- soldeerlip Li-ion	AAA	
Oplaadbaar	Nee	Ja	Nee	Ja!

- Tel bij elk van de drie batterijen op hoeveel keer zij een 'beste kenmerk' hebben.
- De batterij met de meeste beste kenmerken is jouw beste keuze!

Onze beste keuze accu/batterij voor een bus of vrachtwagen is

Omdat

Elektrische voertuigen rijden meestal op lithium-ion accu's. In dit artikel van de ANWB^{xix} staat een aantal redenen waarom dat zo is.



6. Noem minimaal drie redenen uit het artikel waarom een lithium-ion accu een goede keuze is voor elektrisch rijden:

De lithium-ion accu is een goede keuze voor elektrisch rijden, omdat...

7. Noem minimaal twee dingen die nog als nadeel van een lithium-ion accu worden genoemd en die ze dus nog aan het verbeteren zijn:

Aan de lithium-ion accu kunnen de volgende dingen nog verbeteren:

Wiskunde | Hoe maak je de actieradius zo groot mogelijk?



Een wereld zonder voertuigen kunnen wij ons echt niet meer voorstellen. Ze brengen ons veel goeds, maar helaas zorgen voertuigen die op benzine of diesel rijden ook voor milieuvervuiling door hun uitlaatgassen, geur en geluid. Zware voertuigen, zoals bussen en vrachtwagens nemen – doordat ze veel op de weg zijn – een groot deel van de uitstoot van CO₂ en stikstofgassen voor hun rekening.

Eén van de manieren om een zwaar voertuig duurzamer te laten rijden, is door de dieselmotor te vervangen door een elektrische motor. Bij een elektrische motor ontstaan geen schadelijke uitlaatgassen. Als de elektriciteit waar de motoren door worden aangedreven ook nog duurzaam wordt opgewekt, betekent dat dus een goede stap op weg naar een schoner milieu! VDL en DAF Trucks, bedrijven in de Brainport regio, ontwikkelen samen aan elektrisch rijdende bussen en vrachtwagens.

Toch rijden nog niet alle voertuigen elektrisch. Dit heeft een aantal redenen. Omdat we pas aan het begin van de ontwikkeling staan, is elektrisch rijden nog erg duur. Daarnaast hebben elektrische voertuigen nog weinig 'trekkracht'. Zo kan een elektrische auto bijvoorbeeld wel een caravan trekken, maar neemt de actieradius (hoe ver komt een voertuig) daarbij sterk af.

Deze actieradius is wel van groot belang voor bussen en vrachtwagens. Zij moeten hun route kunnen rijden, zonder te vaak stil te moeten staan om te laden.

De actieradius is afhankelijk van verschillende factoren, zoals hoeveel energie kost het om de bus of vrachtwagen te laten rijden, maar ook hoeveel systemen verbruiken stroom in het voertuig.

De uitdaging die hier ligt is dus: hoe krijg je zo'n groot mogelijke actieradius?



A) Welke factoren hebben invloed op de actieradius?

De actieradius is de afstand die je kunt rijden op een volle accu. Voor een bus en een vrachtwagen is het belangrijk om zo ver mogelijk te kunnen rijden op één accu: hoe verder je kunt rijden, hoe minder tijd je kwijt bent om te tanken. En tijd is geld!

De actieradius wordt beïnvloed door verschillende factoren. Denk hierbij aan:

- De rijweerstand
- Het rijgedrag van de chauffeur
- Andere systemen die energie vragen van de accu

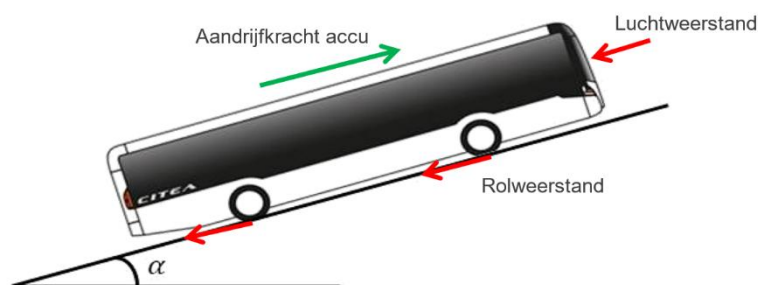
Door het rijden voor een bus of vrachtwagen zo makkelijk mogelijk te maken, komt het voertuig zo ver mogelijk met de energie uit één accu.

In deze opdracht onderzoek je hoe deze factoren invloed hebben op de actieradius en bedenk je hoe je een zo groot mogelijke actieradius kan krijgen.

Rijweerstand

Tijdens het rijden krijgt de bus of vrachtwagen weerstand door:

- Rolweerstand
- Hellingweerstand
- Luchtweerstand



De **rolweerstand** is de weerstand die een rond voorwerp, zoals een wiel, ondervindt als het rolt over een oppervlak. De rolweerstand hangt onder andere af van de vorm van de band en van het wegdek.

1. Geef in de tabel hieronder aan wat welke kenmerken zorgen voor een hoge rolweerstand of een lage rolweerstand.

	Hoge rolweerstand	Lage rolweerstand
Vorm van de band		
Massa van het voertuig		
Wegdek		

De **hellingweerstand** is de weerstand die een voertuig krijgt als het een heuvel op rijdt.

2. Vul in onderstaande tabel in of een steile helling juist een hoge hellingweerstand geeft of andersom.

	Hoge hellingweerstand	Lage hellingweerstand
Helling	<i>steil / niet steil</i>	<i>Steil / niet steil</i>

De **luchtweerstand** is hoeveel tegendruk een voertuig krijgt van de lucht tijdens het rijden. Deze hangt vooral af van de vorm van het voertuig.

3. Hieronder zie je een raceauto, een bus en een vrachtwagen. Benoem zoveel mogelijk verschillen in de vorm van de voertuigen en geef aan of die zouden zorgen voor een hoge of een lage luchtweerstand.



Verschillen	Luchtweerstand
	Laag/hoog
	Laag/hoog
	Laag/hoog
	Laag/hoog
	Laag/hoog
	Laag/hoog

De rijweerstand is een optelsom van de rolweerstand, de hellingweerstand en de luchtweerstand: $\text{rijweerstand} = \text{rolweerstand} + \text{hellingweerstand} + \text{luchtweerstand}$.

Hoe minder weerstand je hebt, hoe groter de actieradius van een voertuig is.

4. Beschrijf hieronder hoe je een zo groot mogelijke actieradius kunt krijgen, door rekening te houden met de rijweerstand van een voertuig:

Voor een zo groot mogelijke actieradius, moet de rijweerstand zo hoog/laag* mogelijk zijn. Dat kun je doen door:

* streep door wat niet van toepassing is

Als iets energie kost, kun je die energie niet meer gebruiken om te rijden: de actieradius wordt dus kleiner.

7. Benoem hieronder de drie dingen uit jouw tabel van opdracht 6 die het meeste energie kosten. Hoe zou je kunnen zorgen dat dat minder energie kost?

Kost meeste energie	Kan minder energie kosten, door...

Je hebt in opgave 1 t/m 7 allerlei factoren onderzocht die invloed hebben op de actieradius van een voertuig.

Omschrijf hieronder van ieder kenmerk wat je bij een bus of vrachtwagen kunt doen om een zo groot mogelijke actieradius te krijgen:

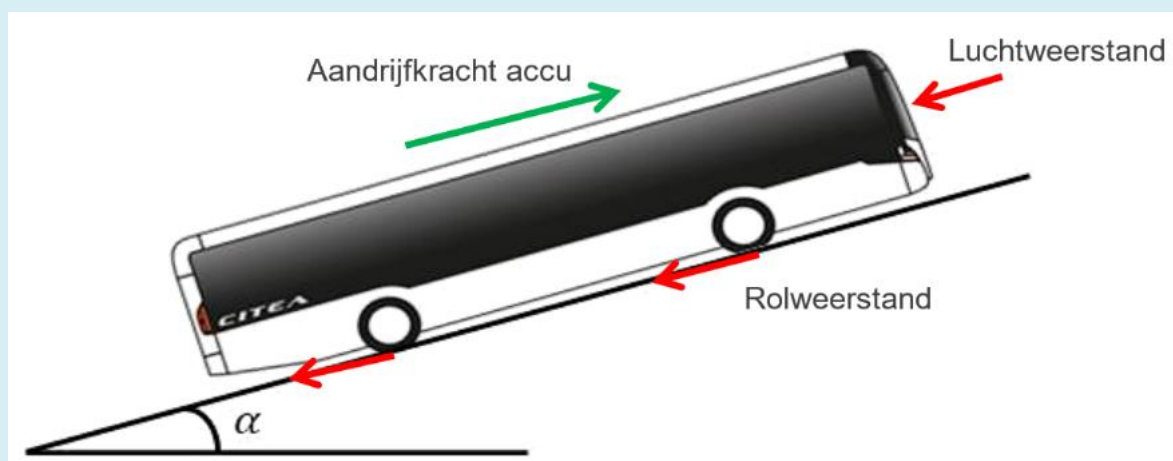
		Hoge actieradius, door:
Rijweerstand	Rolweerstand	
	Hellingweerstand	
	Luchtweerstand	
Rijgedrag	Snelheid	
	Hard optrekken	
	Remmen	
Energie vreters (zie opdracht 7)		

B) Hoe reken je aan actieradius?

De actieradius is de afstand die je kunt rijden op een volle accu. Voor een bus en een vrachtwagen is het belangrijk om zo ver mogelijk te kunnen rijden op één accu: hoe verder je kunt rijden, hoe minder tijd je kwijt bent om te tanken. En tijd is geld!

Er zijn verschillende factoren die invloed hebben op de actieradius. Een belangrijke factor is de rijweerstand: de tegenwerkende kracht die een voertuig moet overwinnen om te kunnen rijden.

De rijweerstand bestaat onder andere uit: de rolweerstand, de hellingweerstand en de luchtweerstand.



Hierbij geldt: meten is weten!

DAF Trucks heeft verschillende vrachtwagens: de LF is een lichte vrachtwagen, wendbaar in druk verkeer en daardoor heel geschikt voor in de stad. De XF is de truck voor lange afstanden. De CF zit daar tussenin en wordt dus ingezet voor langere afstanden én voor in de stad. Van de CF en de LF zijn ook elektrische vrachtwagens beschikbaar.

Voor dit voorbeeld kijken we naar de **DAF CF Electric FT-trekker (4x2)**.

Op de website staat een actieradius voor deze vrachtwagen van 200 km.

In deze opdracht gaan we deze actieradius zelf berekenen.

Aan de hand van de gebruikte formules gaan we achterhalen hoe je deze actieradius mogelijk zou kunnen verhogen.

1. Open de website van de DAF CF Electric^{xx}



Om een voertuig te laten rijden, moet deze de **rijweerstand** overwinnen. Deze bestaat – op een vlak wegdek – onder andere uit de rolweerstand en de luchtweerstand.

Als je weet hoeveel **rijweerstand** een voertuig moet overwinnen, weet je ook hoeveel **vermogen** de accu moet leveren om het voertuig vooruit te krijgen met een bepaalde snelheid.

Als je weet hoeveel **energie** de accu heeft, kun je met dat **vermogen** uitrekenen hoever een voertuig komt met een bepaalde snelheid: de **actieradius!**

Dit gaan we stap voor stap uitrekenen:

Hoe groot is de rijweerstand voor een vrachtwagen?

Hiervoor berekenen we de rolweerstand en de luchtweerstand van de vrachtwagen.

De **rolweerstand** is de weerstand die een rond voorwerp, zoals een wiel, ondervindt als het rolt over een oppervlak. De rolweerstand hangt onder andere af van de vorm van de band en van het wegdek.

De formule voor rolweerstand is $F_{rol} = C_r \cdot m \cdot g$

Hierin is

- C_r de rolweerstandscoefficiënt. Deze hangt af van het materiaal van het wiel en het wegdek – zie de tabel^{xxi} hiernaast. Gebruik de waarde voor C_r van een glad betonwegdek.
- m = de massa van het voertuig (kg)
Gebruik hiervoor de maximaal toelaatbare massa van een beladen vrachtwagen: 19 ton
- g = de valversnelling: $9,81 \text{ m/s}^2$.

Ondergrond:	Rolweerstandscoefficiënt
Gladde geasfalteerde weg	0.010
Gladde betonweg	0.011
Ruw, goede betonweg	0.014
Goede stenen bestrating	0.020
Versleten wegdek	0.035
Goede onverharde weg	0.045
Droog grasveld	0.080
Slechte onverharde weg	0.160
Harde karrensporen	0.070 – 0.120
Zachte karrensporen	0.140 – 0.240
Los zand	0.100 – 0.300

rolweerstand van rubberen banden op verschillende soorten ondergrond

2. Bereken de rolweerstand van de DAF CF Electric

De **luchtweerstand** is hoeveel tegendruk een voertuig krijgt van de lucht tijdens het rijden. Deze hangt vooral af van de vorm van het voertuig en de snelheid.

De formule voor luchtweerstand is $F_{LW} = 0,5 \cdot \rho \cdot C_w \cdot A \cdot v^2$

Hierin is

- R de luchtweerstand onder normale omstandigheden
- C_w de luchtweerstandscoefficiënt. Ga uit van een waarde van 0,7.
- A het frontale oppervlakte van de vrachtwagen. Ga hierbij uit van 8 m^2 .
- v = de snelheid van het voertuig. Ga uit van een gemiddelde snelheid van 27 km/u (let op de eenheden!)

3. Bereken de luchtweerstand voor de DAF CF Electric.

De rijweerstand is een optelsom van onder andere de rolweerstand en de luchtweerstand.

De formule voor de rijweerstand is $F_{rij} = F_{rol} + F_{LW}$.

- Bereken de rijweerstand voor de DAF CF Electric.

Het vermogen dat nodig is om deze rijweerstand te overbruggen bij een bepaalde snelheid, bereken je met de formule $P = F \cdot v$

- Bereken het **vermogen** dat de accu van een DAF CF Electric moet leveren bij een snelheid van 72 km/u (let op de eenheden!).
- Zoek op de website van de DAF CF Electric op wat zijn **effectieve accucapaciteit** is.
- Bereken **hoeveel uur** een DAF CF Electric met die capaciteit kan rijden met een snelheid van 27 km/u.
- Bereken hoe **ver** een DAF CF Electric komt in die tijd met die snelheid.
Dit is de actieradius!

Op de website staat een actieradius met een volledig opgeladen accu tot 220 km. Als het goed is, kwam je op een hoger getal uit. Op de website staat dan ook genoemd als opmerking bij dit bereik:

Afhankelijk van de toepassing, de rijomstandigheden en de belading.

- Noem voor elk van deze factoren één reden waarom het bereik op de website lager zal liggen dan wij hebben berekend.

Door goed naar de formule voor de rijweerstand te kijken, kun je veel ontdekken over de factoren die invloed hebben op de actieradius:

$$F_{rij} = F_{rol} + F_{LW} = C_r \cdot m \cdot g + 0,5 \cdot \rho \cdot C_w \cdot A \cdot v^2$$

- Ga voor elk van de factoren na hoe je deze kunnen beïnvloeden om de actieradius groter te maken. Neem onderstaande tabel over en vul deze in.

	Om de actieradius groter te maken, kun je...
C_r	
m	
C_w	
A	

Elektrische vrachtwagens, maar ook bussen worden nog voornamelijk voor de korte en midden lange afstand ingezet. Dat heeft twee redenen: de snelheid op het traject en de tijd die het kost met een elektrisch voertuig om langere afstanden te rijden in verband met de laadtijd.

11. Ga na met behulp van bovenstaande formules na:

Als de snelheid 2 keer zo hoog wordt, wordt de actieradius ...

12. Vergelijk de reistijd van een elektrische vrachtwagen met die van een dieselvrachtwagen op een rit van Eindhoven (NL) naar Bordeaux (FR).

We laten de rij- en rusttijden van de chauffeur hier even buiten beschouwing.



a. Bereken de reistijd van een elektrische vrachtwagen op dit traject met de ANWB routeplanner voor elektrische auto's^{xxii}.

Vul bij 'auto-type' de Mazda MX-30 in. Deze heeft een vergelijkbare actieradius als een elektrische vrachtwagen.

b. Zal de reistijd voor een vrachtwagen hoger of lager liggen dan de reistijd voor deze Mazda? Leg uit waarom.

c. Bereken de reistijd met een vrachtwagen die op diesel rijdt. Gebruik hierbij de volgende gegevens:

- De vrachtwagen hoeft onderweg niet te tanken.
- De vrachtwagen rijdt gemiddeld 89,2 km/u
- Laat de dieselvrachtwagen dezelfde route rijden als de ANWB-routeplanner aangeeft voor de Mazda MX-30.

13. Leg uit met behulp van de berekening bij opdracht 12 waarom elektrische vrachtwagens en bussen niet voor lange afstanden worden ingezet.

14. Voor de kortere afstanden worden wel elektrische bussen en vrachtwagens ingezet.

a. Noem minimaal drie toepassingen van bussen en vrachtwagens voor op de korte afstand.

b. Waarom zou juist voor deze toepassingen een elektrisch voertuig veel meerwaarde bieden?

Gebruik bij je antwoord argumenten uit deze twee video's:



Invoering van elektrische bussen in Eindhoven^{xxiii}



Presentatie elektrische truck VDL en DAF^{xxiv}

Denken over elektrisch rijden met bus of vrachtwagen

Elektrische stadsbussen

In Eindhoven rijdt sinds 2016 één van de grootste elektrische busvloeden van Europa. De overstap van dieselbussen naar elektrische bussen was een enorme operatie.



Bekijk in deze video^{xxv} de aankondiging van de elektrische vloot:

Dat dit niet zonder slag of stoot gaat, zie je in deze video^{xxvi}:



Opdracht

- Bedenk welke vragen je vooraf moet beantwoorden om zo'n groot project te laten slagen.
Maak hierbij gebruik van de denk-start-poster hieronder.
- Kies welke vragen je wil beantwoorden.
- Bedenk hoe je het antwoord wil gaan presenteren.
Maak hierbij eventueel gebruik van de tips op deze pagina^{xxvii}.



Kijk op deze pagina^{xxviii} voor meer toelichting op de denk-start poster.



Elektrische vrachtwagens

Eindhoven zet stappen naar een nul-emissiezone binnen de ring van Eindhoven. Vanaf 2025 mogen alleen nog elektrische vrachtauto's op de wegen in het centrum van Eindhoven rijden. Vanaf 2030 wil Eindhoven dat de nul-emissiezone voor álle voertuigen gaat gelden.

Dat betekent nogal een omslag voor veel bedrijven.

Opdracht

- Bedenk wat er allemaal komt kijken bij het invoeren – en handhaven van zo'n nul-emissiezone.
- Welk effect heeft dat op bedrijven? En op een bedrijf als DAF Trucks? Welke kansen biedt dit? En welke bedreigingen?

Maak hierbij gebruik van de denk-start-poster hieronder:

- Kies welke vragen je een antwoord op wil vinden.
- Bedenk hoe je het antwoord wil gaan presenteren. Maak hierbij eventueel gebruik van de tips op deze pagina^{xxx}.



Kijk op deze pagina^{xxx} voor meer toelichting op de denk-start poster.



Een lijst met vragen over elektrische bussen en vrachtwagens

Bij het vervangen van (stads)bussen en vrachtwagens die op diesel rijden door elektrische bussen en vrachtwagens, komt veel kijken. Hieronder staat een lijst met mogelijke vragen waar je over na kan denken bij het rijden met 'nul-emissie'.

Kies één of meerdere vragen uit de lijst hieronder. Bedenk/zoek op/onderzoek een mogelijk antwoord op deze vragen.

Bij de overgang naar volledig elektrisch buspark in Eindhoven^{xxx1}:



- Hoe is het voor passagiers om in een elektrische bus te rijden?
- Hoe is het voor chauffeurs om in een elektrische bus te rijden?
- Hoe lang duurt het om een bus op te laden?
- Vergelijk hoeveel energie 43 elektrische bussen verbruiken, wanneer deze 80.000 kilometer per bus per jaar rijden, met huizen: hoeveel huizen verbruiken samen net zoveel energie als deze bussen? (Gebruik eventueel gegevens uit wiskunde-opdracht B hierbij)
- Hoe krijg je die energie bij de bussen? Is dat makkelijk denk je? Bekijk hiervoor deze video^{xxxii} over het aanleggen van de kabel en het plaatsen van de betonnen behuizing voor de aansluiting.
- Is het slim om elektrische bussen in een bebouwde omgeving op te laden, of juist niet? Denk ook aan kosten voor het leggen van kabels enzovoorts.
- Waarom kun je niet 'gewoon' de dieselbussen door elektrische bussen vervangen? Wat kan er mis gaan?
- Wat doe je met de oude bussen?
- Hoe krijg je 43 elektrische bussen in Eindhoven? Of vervang je de oude bussen stapsgewijs?
- Welke regio's volgen? Waarom juist die?
- Eindhoven is trots op zijn elektrische bussen! Waar zie en merk je dat aan?
- Waarom is het voor VDL belangrijk dat het goed zichtbaar is dat zij deze bussen hebben ontwikkeld?



In 2022 komen er weer nieuwe elektrische bussen in Eindhoven

Bekijk deze video's over de introductie van nieuwe generatie elektrische bussen van VDL:



New Gen Citea
the making of movie^{xxxiii}



New Gen Citea Launch movie^{xxxiv}

- Waarin zijn deze beter dan de oude?
- Waarom konden die verbeteringen nu pas ingevoerd worden?

Elektrisch rijden door bussen en vrachtwagens

- Waarom heeft VDL in deze ontwikkeling samen gewerkt met DAF?
- Waarom zou je eerst de stadsbussen elektrificeren en daarna pas het streekvervoer?
- Bij elektrisch rijden is het belangrijk om de accu niet helemaal 'leeg' te rijden. Onder een Depth of Charge (hoeveel is de accu nog opgeladen) van 20% slijt de accu sterk. Waarom is dat? En hoe kun je zorgen dat buschauffeurs of vrachtwagenchauffeurs niet onder die DoC van 20% komen?
- Elektrisch rijden is nog veel duurder dan rijden op diesel. Waarom zou dat zijn? Waarom kiezen partijen dan toch voor elektrisch rijden? Wat zou er moeten gebeuren om elektrisch rijden aantrekkelijker te maken?

Vanaf 2025 geldt een nul-emissiebeleid binnen de ring van Eindhoven

- Waarom zou een gemeente dat invoeren?
- Wat vinden mensen daarvan?
- Wat maakt dat uit voor VDL?
- Wat maakt dat uit voor DAF?
- Hoe gaan bedrijven dat aanpakken? Nieuwe – elektrische – voertuigen kopen? Of via een soort 'hub' waar goederen worden overgeladen? Of...?

Vanaf 2040 wil DAF Trucks alleen nog maar zero-emissie vrachtwagens maken

- Voor welke toepassingen is elektrisch rijden geschikt?
- Voor welke niet? Op welke alternatieven zou je ook kunnen inzetten? Wat zijn de voor- en nadelen?

Bijlagen

Accuverschillen

Kenmerk	Batterij A	Batterij B	Batterij C	Bus/ vrachtwagen
Merk				
Type				

Gebruikte links bij QR-codes

- i https://www.youtube.com/watch?v=m28E_t_V-bl&list=TLGGcEP0uwk8Gz4wNzA0MjAyMQ
- ii https://www.youtube.com/channel/UCYpTG2hNwR9_NQxnOuf7Azg/featured
- iii https://www.youtube.com/watch?v=m28E_t_V-bl
- iv https://www.youtube.com/channel/UCYpTG2hNwR9_NQxnOuf7Azg/featured
- v <https://www.youtube.com/watch?v=njYfLKY317g>
- vi <https://youtu.be/lbsuy7axynM>
- vii <https://www.hetklokhuis.nl/tv-uitzending/4503/Stadsbussen>
- viii <https://youtu.be/UZzysi9TEWo>
- ix https://ec.europa.eu/environment/archives/clean_bus/slides/etienne_sort.pdf
- x <https://www.youtube.com/watch?v=aaigwTZi01M>
- xi https://www.vdlbuscoach.com/nl/openbaar-vervoer/dagelijkse-operatiehttps://www.youtube.com/playlist?list=PLXjLhOWHRka_KrSyGpZjglIxa1qLarwjm
- xii <https://www.schiphol.nl/nl/schiphol-group/pagina/grootste-vloot-elektrische-bussen/>
- xiii <https://www.daf.com/nl-nl>
- xiv <https://www.daf.com/nl-nl/over-daf/duurzaamheid>
- xv <https://www.daf.com/nl-nl/over-daf/duurzaamheid/intelligente-logistiek>
- xvi <https://www.daf.nl/nl-nl/trucks/alternatieve-brandstoffen-en-aandrijflijnen/batterij-elektrische-voertuigen/daf-cf-electric>
- xvii <https://www.expeditionchemistry.nl/citroenbatterij/>
- xviii [https://nl.wikipedia.org/wiki/Batterij_\(elektrisch\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Batterij_(elektrisch))
- xix <https://www.anwb.nl/auto/elektrisch-rijden/elektrische-autos/accus-techniek-en-kosten>
- xx <https://www.daf.nl/nl-nl/trucks/alternatieve-brandstoffen-en-aandrijflijnen/batterij-elektrische-voertuigen/daf-cf-electric>
- xxi <https://www.mvwautotechniek.nl/rijweerstand/>
- xxii <https://www.anwb.nl/verkeer/routeplanner-elektrische-auto>
- xxiii <https://youtu.be/lbsuy7axynM>
- xxiv <https://youtu.be/AwKorlG2epA>
- xxv https://youtu.be/rNCC5_2pW2Y
- xxvi <https://youtu.be/4sHRcncvJwN4>
- xxvii www.bedrijfindeklas.nl/nl/hulpbronnen
- xxviii <https://bedrijfindeklas.nl/lesmateriaal/verdieping/verdieping-algemeen/>
- xxix www.bedrijfindeklas.nl/nl/hulpbronnen
- xxx <https://bedrijfindeklas.nl/lesmateriaal/verdieping/verdieping-algemeen/>
- xxxi <https://youtu.be/Q6q9PKtu-2s>
- xxxii <https://youtu.be/Q6q9PKtu-2s?t=203>
- xxxiii <https://youtu.be/osekxIJjWHY>
- xxxiv <https://youtu.be/i4z30zUWzAE>