

Hulpmiddelen:  
BiNaS en niet-grafisch rekenapparaat

Naam:

**Voortgangstoets**

**NAT**

**5 HAVO**

**Week 6**

**SUCCESES!!!**

**Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.**

### Opgave 1

Tijdens een etappe van de Tour de France wordt 200 km gereden met een gemiddelde snelheid van 36 km/h. De wielrenner ondervindt een rolwrijving van 3,0 N en een gemiddelde luchtwrijving van 12 N.

- Bereken** het nuttig vermogen van de wielrenner  
Het rendement van het menselijk lichaam is ongeveer 25%.
- Bereken** hoeveel chemische energie er voor het fietsen van de etappe nodig is.

### Opgave 2

De roadster is een volledig elektrische auto met een actieradius van 320 kilometer, een top van 210 km/h en een acceleratie van 0 naar 100 km/h in 3,9 seconden. Een 152 kW -elektromotor ter grootte van een watermeloen drijft de Roadster aan. De motor wordt gevoed vanuit een 450 kilogram wegend lithium-kobalt batterypack met een vermogen van 200 kW. Dit is opgebouwd uit 6800 cellen, elk met afmetingen van een laptopbatterijtje.



De Europese prijs van de Roadster: honderdduizend euro, zonder btw en bpm. Een kwart van dat bedrag gaat naar het accupakket.

Het grote probleem van batterijen of accucellen is de lage vermogensdichtheid. De batterijen van de Roadster leveren samen 53 kWh, dat is – bij 450 kg – een energiedichtheid van 118 Wh/kg en een actieradius van 0,7 km per kg batterijgewicht. Batterijproducenten willen cellen ontwikkelen met een energiedichtheid van 200 Wh/kg. Dan wordt de actieradius één kilometer per kg accugewicht. De introductie van de Tesla Roadster komt op een moment dat Europese sportwagenproducenten, Aston Martin, Porsche en Ferrari, van de nieuwe, strenge CO<sub>2</sub>-emissie-eisen af willen. Voor zover zij minder dan tienduizend auto's per jaar maken, krijgen ze van de EU ook een uitzonderingspositie.

- Bereken** de gemiddelde versnelling tijdens het optrekken tot 100 km/h.
- Bereken** de totale wrijvingskracht tijdens het rijden op topsnelheid.
- Bereken** uit de gegevens in het artikel het rendement van de elektromotor.

Noteer de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.

In het artikel staat het vermogen dat de accu's leveren. Op de website van de Tesla roadster is te vinden dat de spanning van de motor 375 V bedraagt.

- Bereken** de stroomsterkte die de batterijen kunnen leveren.
- Toon met een **berekening** aan dat de gegeven energiedichtheid klopt.
- Bereken** de energie (in MJ) nodig om één km te rijden.  
Noteer de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.
- Toon met een **berekening** aan dat dit niet met topsnelheid is.  
TIP: bereken daarvoor eerst hoeveel seconde de auto op die hoeveelheid energie op topsnelheid kan rijden.