

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. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

**Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.**

Opgave 1

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.

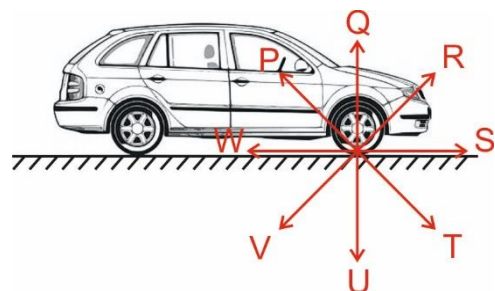


De Europese prijs van de Roadster: honderdduizend euro, zonder btw en bpm. Een kwart van dat bedrag gaat naar het accupakket. Het grote probleem van batterijen of accucellen is de lage vermogensdichtheid. De batterijen van de Roadster leveren samen 53 kWh, dat is – bij 450 kg – een energiedichtheid van 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 CO₂-emissie-eisen af willen. Voor zover zij minder dan tienduizend auto's per jaar maken, krijgen ze van de EU ook een uitzonderingspositie.

- a) **Bereken** de gemiddelde versnelling tijdens het optrekken tot 100 km/h.
- b) **Bereken** de totale wrijvingskracht tijdens het rijden op topsnelheid.
- c) **Bereken** uit de gegevens in het artikel het rendement van de elektromotor. 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.
- d) **Bereken** de stroomsterkte die de batterijen kunnen leveren.
- e) Toon met een **berekening** aan dat de gegeven energiedichtheid klopt.
- f) **Bereken** de energie (in MJ) nodig om één km te rijden.
- g) 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.

Opgave 2

Een 1,2 ton wegende vierwielaangedreven wagen kan van 0 tot 108 km/h versnellen in 10 s. Er is een constante gemiddelde wrijvingskracht van 200 N bestaande uit lucht- en rolwrijving. Neem aan dat het gewicht van de wagen gelijk is verdeeld over de vier wielen.



- a) **Bereken** de versnelling van de wagen.
- b) **Leg uit** welke van de pijlen de juiste richting van de schuifwrijving weergeeft.
- c) **Bereken** de schuifwrijvingscoëfficiënt.

Opgave 3

Wind is in Nederland een zeer bekend verschijnsel. Richting en snelheid van de wind variëren dikwijls.

In nevenstaande afbeelding is de voorkant van een bootje in bovenaanzicht getekend. Voorop het bootje staat een verticaal opgesteld vlaggetje. De hoek tussen de richting waarin het vlaggetje uitwaait en de lengte-as van het bootje is α . Tijdens dit vraagstuk waait de wind steeds vanuit het westen naar het oosten met een snelheid van 6,0 m/s.

Er wordt nu met het bootje gevaren. Op zeker moment zijn de grootte en de richting van de snelheid van het bootje zodanig, dat het vlaggetje slap omlaag hangt.

a) In welke richting vaart het bootje?

Het bootje wordt stil gelegd met de neus naar het noorden.

Vervolgens begint het in deze richting te varen, waarbij de snelheid langzaam toeneemt. De hoek α tussen de lengte-as van het bootje en de richting waarin het vlaggetje uitwaait is 90° als het bootje nog stil ligt, maar wordt kleiner naarmate de snelheid toeneemt.

b) **Leg uit** waarom hoek α verandert als het bootje gaat varen.

De snelheid van het bootje neemt toe totdat $\alpha = 60^\circ$. Zie nevenstaande afbeelding.

c) **Bepaal** door middel van een constructie in nevenstaande afbeelding de grootte van de snelheid waarmee het bootje vaart als $\alpha = 60^\circ$.

