

Ontwerp een Helikopter

In deze workshop zal je te werk gaan als een ingenieur met als doel een helikopter te ontwerpen. In het begin zal je de werking van een helikopter bestuderen en een beter inzicht krijgen in de concepten evenwicht en massamiddelpunt. Met deze kennis zal je zelf aan de slag gaan om je eerste versie te bouwen van je helikopter. Dit ontwerp zal je daarna testen en op basis van de resultaten van de test kan je nieuwe wijzigingen aanbrengen. In de laatste stap zal je een gewichtje toevoegen en de positie ervan uitkiezen zodat de helikopter stabiel vliegt. Helemaal achteraan de fiche vind je verdere ideeën om de workshop uit te breiden zoals het meten van de snelheid van je helikopter en meer uitleg over de aangehaalde concepten.

Inhoud:

1. Inleiding
2. Ontwerpen is een proces
3. Wat is een helikopter?
4. Stabiliteit en het massamiddelpunt
5. Bouw het eerste model
6. Test de helikopter
7. Voeg gewichtjes toe

8. Extra activiteiten
9. Achtergrondinformatie

Duur: 125 minuten

Materiaal per deelnemer

1 Rotor* (propeller)
Houten staafje (10mm breed x 110mm lang)
Gewichtjes (bvb muntjes van 1 tem 10 cent)
2 Rekkers (120 mm)
1 Paperclip
Dik papier of karton
Potlood of pen

Materiaal per 5-6 deelnemers:

Lat
Meetlint
Plakband
Scharen

Optioneel materiaal

Helikoptervorm op papier (af te drukken)
Meettabellen (af te drukken)

Materiaal voor uitleg (zie deel 4.):

2 Flessen gevuld met water
Uitgeknipte helikoptervorm
Potlood of pen

* Specificaties Rotor:

15 cm diameter
Houder waarin het houten staafje past
<http://kelvin.com/nose-hook-propeller-6-in-dia/>

Inhoud	Acties	Materiaal / illustraties	Tijdsduur (duur van onderdeel / totale duur tot nu)
1. Inleiding			5/5
Intro: aangeven wat er te verwachten valt: we gaan vandaag werken zoals een ingenieur en samen iets ontwerpen.			
Afspraken: <ul style="list-style-type: none"> - Je mag veel zelf aan de slag, maar wanneer we iets vertellen of uitleggen, laat je alle werk en materiaal liggen. - Leerkrachten en begeleiders: dit is ook leuk voor jullie: blijf in de klas en help ons tijdens het groepswerk 		Idee: Spreek een geluidsein of gebaar af met de groep dat de tijd voor groeps- of individueel werk afbakt (een fluitje, sirene, geluidseffect op je computer, aftellen...)	

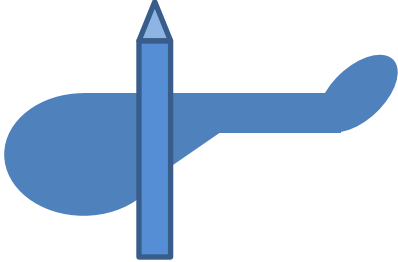
2. Ontwerpen is een proces			5/10
Vandaag gaan we werken zoals een ingenieur. - Heeft er iemand al gehoord van een ingenieur? Zo ja, wat is het? <i>Een ingenieur is iemand die een probleem oplost</i>	Vraaggesprek		2
Eerst zal de ingenieur het probleem <i>onderzoeken</i> . Daarna een <i>plan</i> opstellen om het op te lossen. Nadat het plan er is gaat de ingenieur naar de volgende stap, het bouwen van de <i>oplossing</i> . Om te weten of de oplossing wel <i>echt</i> werkt, zal hij/zij de oplossing testen en meten of de oplossing het probleem oplost. Al deze stappen samen vormen een proces. Als er na het meten een probleem ontdekt, dan zal de ingenieur opnieuw beginnen om zo alle problemen op te lossen. (Uitgebreide definitie: een <i>ingenieur</i> lost problemen op door gebruik te maken van de wetenschap en de wiskunde. Hij/zij zal iets ontwerpen en in het echt maken)	Vertellen en tonen		2
- Wat gaan wij vandaag bouwen?			1

<p><i>Een helikopter (de foto's van het ontwerpproces gingen over een helikopter).</i></p> <p>- Wat betekent het symbool in de rechterbovenhoek?</p> <p>Probleem begrijpen: <i>Eerst zullen we proberen te begrijpen hoe een helikopter werkt. Daarna gaan we een plan opstellen om het te bouwen.</i></p> <p><i>Tijdens de presentatie zullen de symbolen van het ontwerpproces blijven terugkomen, zodat we weten wat we aan het doen zijn.</i></p> <p><u>Opmerking begeleider:</u> Als de kinderen niet weten wat dit symbool betekent kan je best teruggaan naar de slide met het ontwerpproces en het kort overlopen.</p>			
---	--	--	--

3. Wat is een helikopter?			10/20
<p>- Wat moet een helikopter doen?</p> <p><i>Mensen of een vracht transporteren door de lucht.</i></p> <p>- Hoe noem je de schroef bij een vliegtuig?</p> <p><i>Een propeller. Dit geeft de voorwaartse kracht van een vliegtuig.</i></p> <p>- Hoe noem je de schroef bij een helikopter?</p> <p><i>Een rotor. Deze draait rond op hoge snelheid en zal de helikopter doen stijgen.</i></p> <p>- Zijn er nog andere verschillen tussen vliegtuigen en helikopters?</p> <p><i>Een vliegtuig is groter en kan zo meer mensen of gewichten dragen. Ze vliegen sneller. Ze kunnen grotere afstanden afleggen.</i></p> <p><i>Een helikopter heeft geen start- of landingsbaan nodig. Ze kunnen gemakkelijker landen op schepen, in het bos of in de stad. Ze kunnen blijven stil hangen (om mensen te redden, een lading op te halen, ...).</i></p>	Vraaggesprek	Foto's	8 2 (filmpje)

4. Stabiliteit en het massamiddelpunt			20/40
<p>Ons doel:</p> <ul style="list-style-type: none"> - De helikopter moet een vracht kunnen dragen - De helikopter moet stabiel kunnen vliegen, dus hij mag niet alle kanten opvliegen 	Vertellen		1

<p>We zullen eerst bekijken wat evenwicht betekent. Laten we allemaal rechtstaan op een been.</p> <p>- Wat valt je op?</p> <p>Als we nu een beetje naar links hellen, dan vallen we naar links. Als we een beetje naar rechts hellen, dan vallen we naar rechts. Als we ons proberen in het midden te houden, wil ons lichaam zowel naar links als naar rechts. En als we ons heel goed focussen op een punt in de verte, dan zal ons lichaam exact in het midden blijven staan en behouden we ons evenwicht.</p> <p><i>Dus we hebben een punt gevonden waar ons lichaam niet meer draait en waar we ons evenwicht kunnen behouden. Het midden noemen we het evenwichtspunt.</i></p>	<p>Experimenteren (iedereen)</p>		<p>5</p>
<p>Duid 1 persoon aan die goed haar/zijn evenwicht kan behouden en doe de volgende experimenten:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sta terug op 1 been en probeer terug je evenwicht te zoeken 2. Neem in je rechterhand een fles gevuld met water vast en zoek opnieuw je evenwicht <i>Vertel haar/hem dat het gemakkelijker gaat door de fles in het midden te houden</i> Waarneming: Door het gewicht vast te houden in het evenwichtspunt, blijven we in evenwicht 3. Strek je arm naar rechts uit en probeer je evenwicht te bewaren <i>Nu merk je dat je lichaam naar rechts wil hellen.</i> Waarneming: Een gewicht op een afstand van het evenwichtspunt zal het lichaam doen roteren. <i>(Interessant: Hoe verder je het voorwerp van het evenwichtspunt houdt, hoe meer je zal hellen. Hetzelfde effect bereik je door een zwaarder gewicht te nemen)</i> 4. Hou de fles in je linkerarm en strek je arm <i>Je wil naar links draaien</i> 5. Hou in beide armen een fles vast <i>De flessen zijn even zwaar dus de invloed is even zwaar: je wil evenveel naar links als naar rechts draaien, dus je blijft in evenwicht</i> <p>- Wat gebeurt er als we geen gewicht gebruiken, maar je arm omlaag duwen? <i>Hetzelfde effect, het lichaam zal opnieuw hellen in de richting waarnaar je duwt.</i></p> <p>- Wat als je de arm omhoogduwt? <i>Het tegenovergestelde effect, het lichaam zal hellen in de andere richting dan deze waarnaar je duwt.</i></p>	<p>Experimenteren (1 vrijwilliger)</p>	<p>2 flessen gevuld met water of met zand, voorbeeld van de gemaakte helikopter</p>	<p>10</p>

<p>Elk voorwerp heeft ook zo een evenwichtspunt, we noemen dit punt het massamiddelpunt. Het is belangrijk om te weten waar dit is, want het bepaalt de stabiliteit van het voorwerp.</p> <p>Om het massamiddelpunt te vinden van onze helikoptervorm, kunnen we een pen gebruiken (leg stap voor stap uit hoe je te werk gaat):</p> <p><i>Hou een pen vast en plaats de helikoptervorm horizontaal op de pen. De helikoptervorm zal beginnen kantelen. Het doel is om de pen zo te plaatsen totdat de helikoptervorm in evenwicht is en niet meer kantelt.</i></p> 	<p>Vertellen, tonen</p>	<p>Uitgeknipte helikoptervorm (karton)</p>	<p>2</p>
<p>De draaiende rotot zal werken net zoals een duw op de arm van daarnet. De richting van de propeller-as zal bepalen in welke richting de helikopter zal vliegen. In ons geval moet de propeller verticaal staan zodat we recht omhoogvliegen.</p> <p>Als de as van de rotor door het massamiddelpunt gaat, dan zal de helikopter stabiel omhoogvliegen (net zoals het evenwichtspunt bij ons experiment).</p> <p>- Wat zal er gebeuren als de as van de rotor niet door het massamiddelpunt gaat?</p> <p><i>De helikopter zal beginnen roteren (zie het experiment waar we de arm omhoogduwen).</i></p> <p>Daarom plaatsen we de as door het massamiddelpunt.</p>	<p>Vertellen, tonen</p>	<p>Foto's</p>	<p>2</p>
<p>Nu dat we beter begrijpen hoe evenwicht werkt, zullen we deze informatie gebruiken tijdens het bouwen van onze helikopter.</p>	<p>Vertellen</p>		

5. Bouw het eerste model			15/55
<p>We zullen beginnen met een simpel model, om gewoon een helikopter in de lucht te krijgen. Later zullen we ons model aanpassen om zo de beste helikopter te maken.</p> <p><u>Opmerking begeleider:</u> Corrigeer de eerste keer niet teveel tijdens het bouwen van het eerste model. In deel 6. zullen ze observeren hoe goed hun helikopter vliegt. Als de helikopter niet rechtop omhoog beweegt, maar afwijkt kan dit zijn doordat ze het massamiddelpunt verkeerd hebben gemeten of omdat de rotor niet door het massamiddelpunt gaat. Dit kunnen ze in deel 6. ondervinden en dan terug aanpassen.</p>	Vertellen		1
<p>1. Rotor * Neem een houten staafje en steek het in de plasticen houder onder de rotor. * Buig het korte pootje van een paperclip zodat je een L-vorm krijgt. Plak dit vast aan het andere uiteinde van het staafje.</p>	Uitleggen en bouwen	Houten staafje, rotor, plakband, paperclip	14
<p>2. Helikoptervorm * Teken de helikoptervorm over (of laat de deelnemers zelf een vorm bedenken) op het karton en knip deze uit * Afmetingen: 18 cm lang x 8 cm hoog</p>		Karton, schaar, papier met de helikoptervorm, (of lat)	
<p>3. Zoek het massamiddelpunt van de helikopter * Houd een pen vast en plaats de helikoptervorm horizontaal op de pen. De helikoptervorm zal beginnen kantelen. Het doel is om de pen zo te plaatsen totdat de helikoptervorm in evenwicht is en niet meer kantelt. Het massamiddelpunt zal liggen op deze lijn. * Teken met een lat een lijn om aan te duiden waar de helikoptervorm in evenwicht was.</p>		Pen/potlood, helikoptervorm, lat	
<p>4. Plaats het houten staafje (met de rotor) op de getekende lijn en maak het vast met plakband.</p>		Houten staafje met rotor, helikoptervorm, plakband	
<p>5. Maak twee elastieken aan elkaar vast door een lus te vormen. In plaats van twee dunne elastieken krijgen we nu een sterkere elastiek (dubbel zo dik). Verbind deze elastiek eerst met het haakje van de rotor, daarna met de paperclip.</p>		Helikopter, 2 elastieken	
<p>Nu dat we een eerste model hebben gebouwd, kunnen we dit beginnen testen om te zien hoe goed ons model werkt.</p>			

6. Test de helikopter			50/115
<p>We zullen nu testen hoe goed de helikopter vliegt.</p> <p>Splits de klas op in groepjes van twee. Iemand zal de helikopter lanceren en iemand anders zal de metingen uitvoeren. Geef elk groepje ook een werkblad om hun experiment op te schrijven.</p>	Vertellen en verdeel de klas in groepen	Helikopter, werkblad, pennen	5
<p>1. Rekker aanspannen Hou de helikopter vast bij het houten staafje en windt de rekker op door aan de rotor te draaien (nu mag je de rotor niet meer loslaten).</p> <p>Als je de rekker harder aanspant, dan zal de helikopter hoger vliegen, maar span het niet te hard aan zodat de rekker niet breekt.</p>	Tonen en experimenteren (in groepjes van 2)	Helikopter	10
<p>2. Hou de helikopter ter hoogte van de tafel met de rotor naar boven gericht. Houd met een hand het houten staafje vast en met de andere hand de rotor.</p>			
<p>3. Loslaten voor lanceren Eerst zullen we de rotor loslaten, zodat deze op snelheid komt en daarna (bijvoorbeeld 2 seconden later) pas de helikopter.</p>			
<p>Het testproces verloopt volgens een vast aantal stappen, zoals we in het begin van de workshop vertelden.</p> <p>Stap 0 Voorwaarden</p> <p>Als we metingen willen vergelijken, moeten we ervoor zorgen dat alle omstandigheden steeds dezelfde zijn. Als we willen meten hoe hoog we kunnen vliegen, zal de rekker hetzelfde aantal keer moeten worden aangespannen en laten we de helikopter pas los na een bepaalde tijd.</p> <p>(Als de helikopter het plafond raakt, kan je de helikopter minder hoog doen vliegen door de rekker minder hard aan te spannen of de rotor langer te laten draaien in stilstand.)</p>	Uitleggen en experimenteren (Noteer op werkblad)	Werkblad	8
<p>Experimenteer en zoek een antwoord op de volgende vragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hoeveel keer gaat jouw team de rekker aanspannen? - Na hoeveel seconden zal je de helikopter loslaten? - Vanop welke hoogte lanceer je de helokopter? - Geef je de helikopter een zetje bij het lanceren? Hoe ga je dit steeds op dezelfde manier doen? <p>Schrijf deze antwoorden op het werkblad</p>			

<p>Stap 2 Meten</p> <p>Stabiel</p> <p>Meet met een lat hoe ver de helikopter geland is van je startpunt.</p> <p>Hoe verder deze afstand, hoe meer de helikopter is afgeweken van zijn rechte baan. We willen namelijk een helikopter die recht omhoogvliegt.</p>	<p>Uitleggen en experimenteren (Noteer op werkblad)</p>	<p>Werkblad, lange lat</p>	<p>7</p>
<p>Stap 3 Probleem/begrijpen</p> <p>Kijken</p> <p>Nadat we een test hebben uitgevoerd, moeten we proberen onze resultaten te begrijpen.</p> <p>- Steek een hand in de lucht als je helikopter stabiel vliegt. Steek twee handen in de lucht als je helikopter niet stabiel vliegt.</p> <p>Bespreek samen de problemen van enkele groepen.</p> <p>Enkele voorbeelden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • de helikopter landt te ver van de startpositie • de helikopter draait tijdens het vliegen • de rekker is gebroken • een stuk tape is logekomen 	<p>Vertellen en bespreken (werkblad)</p>	<p>Werkblad</p>	<p>5</p>
<p>Aanpassen</p> <p>Tijdens het kijken zoek je eigenlijk naar problemen. Voor elk probleem zal je moeten nadenken over een oplossing.</p> <p>Bespreek een probleem dat daarvoor was aangehaald en zoek samen naar een oplossing.</p> <p>Enkele voorbeelden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • de helikopter vliegt niet stabiel → ga terug naar stap 3 en 4 van <u>deel 5</u> • de rekker is gebroken → gebruik twee rekkers of zoek dikkere rekkers • de plakker is logekomen → gebruik een extra plakker of plaats de plakker op een andere manier 	<p>Vertellen en bespreken (werkblad)</p>	<p>Werkblad</p>	<p>5</p>
<p>Herhalen</p> <p>Iets ontwerpen is een proces. Herhaal daarom stap 1-3 totdat je helikopter stabiel vliegt.</p>			<p>10</p>

7. Voeg gewichtjes toe			30/145
<p>Op het eerste gezicht lijkt het bouwen van zo een helikopter simpel. Maar als we naar de metingen kijken zien we verschillende waarden.</p> <p>Dit komt doordat we tijdens het ontwerpen van de helikopter, verschillende keuzes kunnen maken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • materiaal (plakband) • groottes en de vorm • posities van de verschillende onderdelen ten opzicht van elkaar • hoe laat je het lanceren 	Vertellen		2
<p>Voor de helikopter is er een grote keuze om dingen aan te passen. Daarom hebben we een plan nodig om zo tot het beste ontwerp te komen.</p> <p>Omdat een helikopter ook passagiers moet kunnen dragen, zullen we bestuderen wat de invloed is als we een gewichtje hangen aan onze helikopter.</p>			
<p>Stap 3 Probleem/begrijpen</p> <p>Ons doel is om een helikopter te bouwen die <i>stabiel</i> omhoogvliegt, maar ook een <i>passagier</i> (gewichtje) kan dragen.</p> <p>Vragen:</p> <p><i>Hoe zwaar mag het gewichtje zijn?</i></p> <p><i>Waar gaan we het gewichtje plaatsen?</i></p>	Vertellen		2
<p>Stap 0 Voorwaarden</p> <p>Zie <u>deel 5</u>.</p> <p>Het kan zijn dat je de voorwaarden zal moeten aanpassen, omdat de helikopter door het extra gewicht niet hoog genoeg vliegt. Misschien moet je hem een zetje geven? Of iets van een hogere positie lanceren? Of de rekker verder opspannen?</p>	(Noteer op werkblad indien nodig)	Werkblad	1

<p>Stap 1 Bouwen</p> <p>Gewichtje</p> <p>Zoek een gewichtje in je pennenzak: best iets kleins en niet te groot. Bijvoorbeeld: spijker, gom, muntje...</p> <p>Weeg het op de weegschaal en schrijf op hoe zwaar het gewichtje is dat je gaat gebruiken.</p> <p>Positie gewichtje</p> <p>Kies waar je het gewichtje zal plaatsen en meet de afstand tussen de lijn van het massamiddelpunt en de plaats van het gewichtje.</p> <p>(Om een afstand te meten tussen een lijn en een punt, moet je de lat loodrecht op de lijn plaatsen)</p>	<p>Uitleggen en experimenteren (Noteer op werkblad)</p>	<p>Werkblad</p>	<p>10</p>
<p>Stap 2 Meten</p> <p>Zie <u>deel 5</u>.</p>	<p>Experimenteren (Noteer op werkblad)</p>	<p>Werkblad</p>	<p>8</p>
<p>Stap 3 Probleem/begrijpen</p> <p>Zie <u>deel 5</u>.</p> <p>Kijken</p> <p><i>Vliegt onze helikopter stabiel of niet? → stabiel (meetwaarde). Denk eraan: we meten stabiliteit door de afstand te meten tussen de plaats waar de helikopter landt en waar we hem lanceerden.</i></p> <p>Aanpassen</p> <p><i>Waar zal je de volgende keer het gewichtje plaatsen?</i></p>	<p>Experimenteren (Noteer op werkblad)</p>	<p>Werkblad</p>	<p>7</p>
<p>Herhalen</p> <p>Iets ontwerpen is een proces. Herhaal daarom stap 1-3 totdat je helikopter stabiel vliegt.</p>			

8. Extra activiteiten	
<p>Massamiddelpunt in 2D</p> <p>Tijdens deze workshop waren we enkel geïnteresseerd in de lijn waarop het massamiddelpunt zich kan bevinden. Als we terug een vlak voorwerp nemen zoals onze helikoptervorm. Dan kunnen we het punt bepalen waar het massamiddelpunt ligt.</p> <p>Zoek het massamiddelpunt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hou het potlood in een bepaalde richting en zoek waar het voorwerp in evenwicht is 2. Teken een lijn 3. Hou het potlood loodrecht op de vorige richting en zoek opnieuw waar het voorwerp in evenwicht is 4. Teken een lijn 5. Kijk waar dat deze lijnen elkaar snijden, dit geeft het massamiddelpunt in het vlak (in 2 dimensies/2D) aan 	<p>Meet hoe hoog de helikopter stijgt</p> <ul style="list-style-type: none"> • De hoogte kan je meten door dit stappenplan te volgen: https://www.jpl.nasa.gov/edu/teach/activity/stomp-rockets/ • Als iemand de tijd van lancering tot landen meet, dan kunnen de leerlingen de snelheid van de helikopter berekenen¹ $v \text{ (snelheid)} = \frac{h \text{ (hoogte)}}{t \text{ (tijd)}}$ <ul style="list-style-type: none"> • Voor gevorderden: als we de helikopter wegen, kunnen we de hoeveelheid energie die we de helikopter heben meegegeven berekenen. Waarom? Als we de rekker aanspannen dan geven we de helikopter potentiële energie, dit is de reden waarom de helikopter kan bewegen.² De energie die de helikopter heeft kan je met de volgende formule berekenen: $E \text{ (energie)} = \frac{m \text{ (massa)} * (v \text{ (snelheid)})^2}{2}$ <p>Hoe interpreteren? Vergelijk met een voorbeeld: als een jongen van 40 kg gaat fietsen met een snelheid van 10 m/s, dan heeft hij een energie van $(40 * 10^2) / 2$ of 2000 J. De J staat voor Joule en is de eenheid van energie, zoals kg de eenheid is van massa.</p>
<p>Controleren of je in het massamiddelpunt staat</p> <p>Hou je helikoptervorm horizontaal, zet je vinger op het massamiddelpunt en laat de helikopter steunen op je vinger. Als je alles juist hebt bepaald zal de helikoptervorm in evenwicht blijven. Als hij toch valt naar een bepaalde richting dan weet je in welke richting de romp moet verschuiven (of je kan beide richtingen terug opnieuw meten)</p>	

¹ Dit is de gemiddelde snelheid die de helikopter heeft over de tijdsduur die je meet.

² Deze meegegeven energie is niet volledig omgezet in beweging, er zijn altijd verliezen en de hoogte verandert (energie (hoogte) = m*g*h). Een voorbeeld van zo een verlies is wrijving: de wrijving met de lucht zorgt ervoor dat een deel van de potentiële energie niet wordt omgezet in beweging, maar in warmte.

8. Extra activiteiten

Het massamiddelpunt

Het massamiddelpunt is de positie van je voorwerp dat aangeeft hoe de massa verdeeld is. Het is alsof al de massa geconcentreerd is in dit punt en we ons hele voorwerp kunnen beschrijven door dit punt.

De positie van het massamiddelpunt is zeer belangrijk, dit zal mee bepalen hoe het voorwerp zal reageren tijdens een beweging. Bijvoorbeeld of een vliegtuig vooruit zal vliegen of het zal kantelen en zelfs zal neerstorten.

Fouten tijdens het testen

Tijdens het meten kan je soms kleine fouten maken:

- **Lanceren:** je houdt de helikopter een beetje anders vast als de vorige keer of je houdt de helikopter verkeerd vast.
- **Metten:** tijdens het meten met de lat lees je de verkeerde waarde af

Fouten maken is niet erg. Het voorkomen van deze fouten is belangrijk. Voor een beter resultaat kan je elke test twee keer uitvoeren voordat je iets aanpast (dus pas niets aan en test opnieuw de helikopter). Doordat je meerdere metingen uitvoert kan je ook ontdekken of je meting fout is en hoef je misschien niets aan te passen. Je kan ook je resultaten vergelijken met andere groepen om zo een mogelijke fout te ontdekken.

9. Achtergrondinformatie

Verschil vliegtuig en helikopter

- Hoe staat de propeller op een vliegtuig?

Bij een vliegtuig staat de propeller horizontaal, dus deze doet het vliegtuig horizontaal voortbewegen.

Zonder vleugels zou het vliegtuig enkel vooruit bewegen en niet opstijgen. Het zijn de vleugels die ervoor zorgen dat het vliegtuig zal opstijgen.

Op een landingsbaan zal het vliegtuig eerst genoeg snelheid maken (nog altijd op de grond). Hoe sneller het vliegtuig vliegt, hoe groter de opwaartse kracht is die de vleugels geven. Als het vliegtuig snel genoeg gaat, zullen de vleugels het vliegtuig doen stijgen.

- Hoe staat de rotor op een helikopter?

Zonder vleugels kan het vliegtuig niet omhoog geraken. Bij een helikopter lukt dit wel, omdat de rotor verticaal staat.

Bij een vliegtuig stond de propeller horizontaal en ging het vliegtuig vooruit in de richting van de propeller. Bij de helikopter staat de rotor verticaal, dus gaat het vliegtuig verticaal omhoog. De rotor vervult dus eigenlijk de functie die de vleugels van een vliegtuig hebben. De helikopter kan vooruit of achteruit vliegen, draaien en klimmen door heel kleine veranderingen in de hoek van de rotorbladen.

Het massamiddelpunt

Het massamiddelpunt is de positie van je voorwerp dat aangeeft hoe de massa verdeeld is. Het is alsof al de massa geconcentreerd is in dit punt en we ons hele voorwerp kunnen beschrijven door dit punt.

De positie van het massamiddelpunt is zeer belangrijk, dit zal mee bepalen hoe het voorwerp zal reageren tijdens een beweging. Bijvoorbeeld of een vliegtuig vooruit zal vliegen of het zal kantelen en zelfs zal neerstorten.