

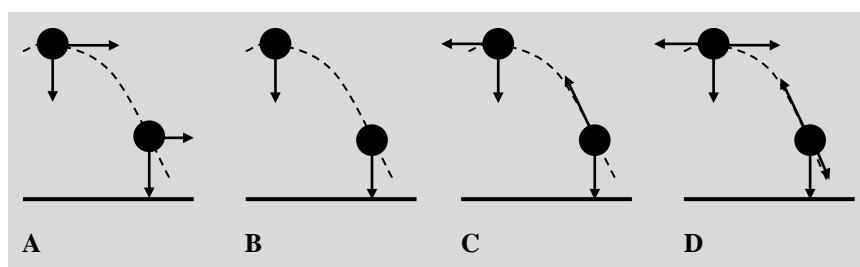
4.2 Domeinspecifieke leerstofopbouw

4.2.1 Mechanica

Begripsvragen: Kracht en beweging

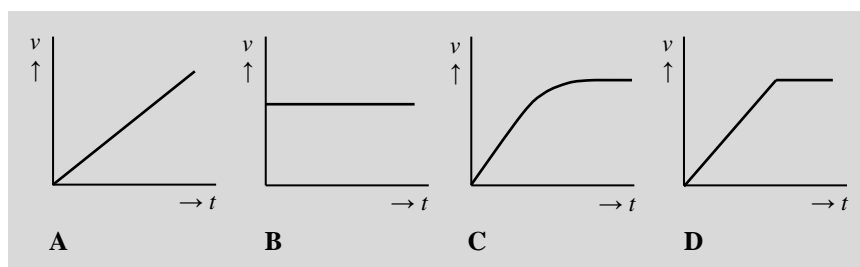
1 Meerkeuzevragen

- 1 [H/V] Je fietst met een constante snelheid op een horizontale weg. Daarbij zorg je via de trappers, de ketting en het achterwiel voor een constante voorwaartse kracht F_{vw} op de fiets. Welke uitspraak over de *som van de krachten* op de fiets is juist?
- A De som van de krachten op de fiets is nul.
 B De som van de krachten op de fiets is ongelijk aan nul.
 C De som van de krachten op de fiets in de verticale richting is nul, maar de som van de krachten op de fiets in de horizontale richting is ongelijk aan nul.
- 2 [H/V] Een voetballer heeft een bal weggetrapt. Hieronder zijn de krachten op de bal getekend in het hoogste punt van de baan en even verderop. Welke van de vier tekeningen in figuur 1 geeft de krachten op de bal het beste weer?



Figuur 1

- 3 [V] Een parachutist springt uit een vliegtuig. Zij trekt haar parachute nog niet open. Tijdens haar val ondervindt ze luchtweerstand. Welk van de vier v,t -diagrammen in figuur 2 geeft haar vallsnelheid v in de loop van de tijd t het beste weer?



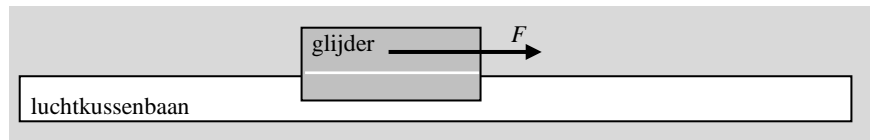
Figuur 2

- 4 [V] Een parachutist die met een open parachute daalt, bereikt na verloop van tijd een constante snelheid. Vanaf dat moment is de luchtweerstandskracht
- A gelijk aan de zwaartekracht.
 B net iets groter dan de zwaartekracht.
 C veel groter dan de zwaartekracht.
- 5 [V] Op een hooggelegen ijsbaan gaan schaatsers sneller dan op een laaggelegen ijsbaan, omdat op grote hoogte
- A het ijs kouder en dus harder is, waardoor de glijwrijvingskracht (tussen de

schaatsen en het ijs) kleiner is.

- B** de lucht ijler is, waardoor de luchtwrijvingskracht op de schaatser kleiner is.
- C** de lucht ijler is, waardoor de schaatser meer kracht kan zetten zodat de voorwaartse kracht op de schaatser groter is.
- D** de lucht ijler is, waardoor pas bij een grotere snelheid de luchtwrijvingskracht gelijk is aan de voorwaartse kracht op de schaatser.

- 6** [H/V] Op de stilstaande glijder op een luchtkussenbaan werkt een constante kracht, zoals weergegeven in figuur 3. De wrijving tussen de glijder en de luchtkussenbaan is verwaarloosbaar klein. De kracht werkt korte tijd en geeft de glijder een bepaalde eindsnelheid (situatie 1).



Figuur 3

Nu wordt de kracht op de glijder tweemaal zo klein gemaakt (situatie 2). Om dan dezelfde eindsnelheid te bereiken, moet de kracht op de glijder in situatie 2

- A** viermaal zo lang
 - B** tweemaal zo lang
 - C** even lang
 - D** tweemaal zo kort
 - E** viermaal zo kort
- werken als in situatie 1.

- 7** [H/V] Op de stilstaande glijder op een luchtkussenbaan werkt een constante kracht. De wrijving tussen de glijder en de luchtkussenbaan is verwaarloosbaar klein. De kracht werkt korte tijd en geeft de glijder een bepaalde eindsnelheid (situatie 1).

Nu werkt dezelfde kracht gedurende dezelfde tijd op een andere (ook stilstaande) glijder met een tweemaal zo grote massa (situatie 2). De eindsnelheid van de zwaardere glijder in situatie 2 is dan

- A** viermaal zo klein
 - B** viermaal zo groot
 - C** tweemaal zo klein
 - D** tweemaal zo groot
 - E** even groot
- als in situatie 1.

- 8** [H/V] Op de stilstaande glijder op een luchtkussenbaan werkt een constante kracht. De wrijving tussen de glijder en de luchtkussenbaan is verwaarloosbaar klein. De kracht werkt korte tijd en geeft de glijder een bepaalde eindsnelheid (situatie 1).

Nu werkt dezelfde kracht gedurende dezelfde tijd op dezelfde glijder, maar heeft deze glijder al een beginsnelheid in de richting van de kracht op het moment dat de kracht begint te werken (situatie 2). De snelheidstoename van de glijder is dan in situatie 2

- A** groter dan in situatie 1.
- B** kleiner dan in situatie 1.
- C** even groot als in situatie 1.
- D** niet te bepalen in vergelijking met situatie 1.

- 9** [H/V] Je staat in een lift die versneld omhoog beweegt. De omhoog gerichte normaalkracht F_n van de liftvloer op je lichaam is

- A** groter dan
 - B** gelijk aan
 - C** kleiner dan
- de omlaag gerichte zwaartekracht F_z op je lichaam.

- 10 [H/V] Je duwt een houten krat met een constante snelheid over de vloer (situatie 1). De maximale waarde van de schuifwrijvingskracht van de vloer op de krat wordt gegeven door $F_{w,\max} = f \cdot F_n$. Hierin is f de wrijvingscoëfficiënt en F_n de normaalkracht van de vloer op de krat.
Nu zet je de krat op zijn kant, zodat het contactoppervlak met de vloer tweemaal zo klein is (situatie 2). Om de krat met dezelfde snelheid over dezelfde vloer te duwen, is de kracht die je moet uitoefenen in situatie 2
- A viermaal zo groot
 - B tweemaal zo groot
 - C even groot
 - D tweemaal zo klein
 - E viermaal zo klein als in situatie 1.
- 11 [H/V] Een voorwerp op een hellend vlak wordt op zijn plaats gehouden door de schuifwrijvingskracht. De hellingshoek wordt groter gemaakt tot het voorwerp begint te bewegen. Als de hellingshoek daarna constant wordt gehouden, zal
- A de snelheid van het voorwerp afnemen.
 - B het voorwerp met een constante snelheid bewegen.
 - C de snelheid van het voorwerp toenemen.
 - D Geen van deze drie antwoorden is juist.
- 12 [H/V] Een auto staat stil op een horizontale weg. De omlaag gerichte zwaartekracht F_z en de omhoog gerichte normaalkracht F_n op de auto zijn even groot, omdat
- A deze twee krachten een krachtenpaar vormen.
 - B de netto-kracht op de auto nul is.
 - C De antwoorden A en B zijn beide juist.
 - D De antwoorden A en B zijn beide onjuist.
- 13 [H/V] De remweg van een auto is bij dezelfde remkracht afhankelijk van de beginsnelheid. Als de beginsnelheid tweemaal zo groot is, dan is de remweg
- A viermaal zo klein.
 - B tweemaal zo klein.
 - C even groot.
 - D tweemaal zo groot.
 - E viermaal zo groot.
- 14 [H/V] De remweg van een auto is bij dezelfde remkracht kwadratisch evenredig met de beginsnelheid. Bij een tweemaal zo grote beginsnelheid is de remweg dus viermaal zo groot. Als we bij het remmen ook nog rekening houden met de reactietijd van de bestuurder, is de stopafstand bij een tweemaal zo grote beginsnelheid
- A ook viermaal zo groot.
 - B minder dan viermaal zo groot.
 - C meer dan viermaal zo groot.
 - D Niet te bepalen.
- 15 [H/V] Bij maximaal remmen is de remkracht gelijk aan de maximale schuifwrijvingskracht op een auto. Deze maximale schuifwrijvingskracht wordt gegeven door $F_{w,\max} = f \cdot F_n$. Hierin is f de wrijvingscoëfficiënt en F_n de normaalkracht van het wegdek op de auto. De wrijvingscoëfficiënt f hangt af van het soort wegdek en de weersomstandigheden.
Als door veranderende weersomstandigheden de wrijvingscoëfficiënt tweemaal zo klein wordt, dan wordt de remweg bij dezelfde beginsnelheid
- A viermaal zo klein.
 - B tweemaal zo klein.
 - C even groot.
 - D tweemaal zo groot.
 - E viermaal zo groot.

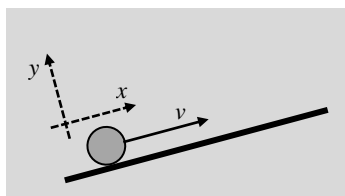
- 16 [H/V] Bij een botsing hangt de kracht van de autogordel op de bestuurder af van de verplaatsing van de bestuurder in de auto en van de indrukking van de kreukelzone van de auto.

Als bij een botsing met een tweemaal zo grote beginsnelheid de verplaatsing van de bestuurder in de auto tweemaal zo groot wordt en de indrukking van de kreukelzone ook tweemaal zo groot wordt, dan wordt de kracht van de autogordel op de bestuurder

- A viermaal zo klein.
- B tweemaal zo klein.
- C even groot.
- D tweemaal zo groot.
- E viermaal zo groot.

- 17 [H/V] Je laat een steen met een massa van 1 kg vanaf een hoogte van 5 m vallen. Hoe groot is de kracht van de steen op de grond bij het neerkomen?

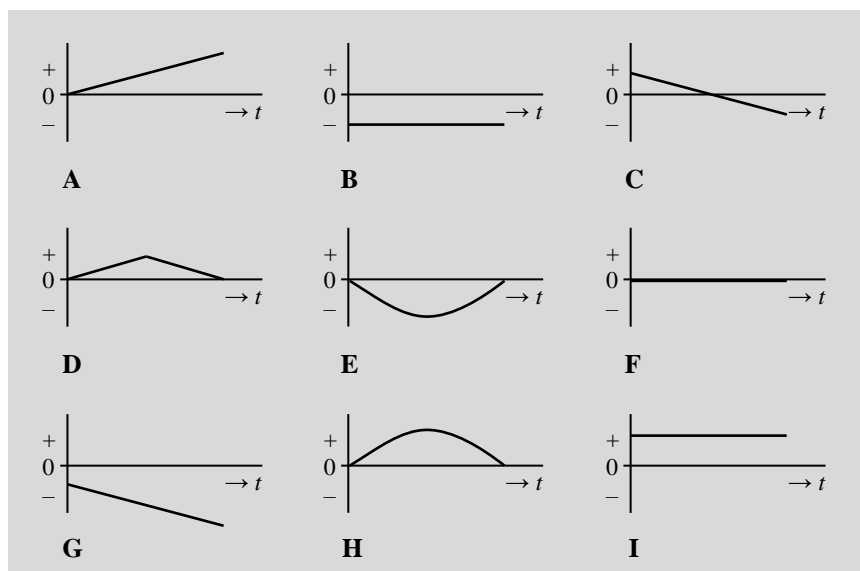
- A 0,2 N
- B 5 N
- C 10 N
- D 50 N
- E 100 N
- F Niet te bepalen.



Figuur 4

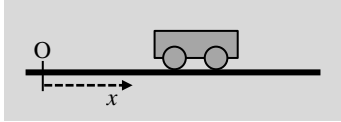
- 18 [H/V] Een bal wordt tegen een helling op geschoten. Op het moment dat de klok wordt gestart is de bal dicht bij de onderkant van de helling en rolt hij omhoog, zoals weergegeven in figuur 4 (met daarin ook de positieve x- en y-richting). In de grafieken van figuur 5 staat de tijd t langs de horizontale as. In elk van de volgende onderdelen (a t/m f) staat een grootte die langs de verticale as kan zijn uitgezet. Geef bij elk van deze grootheden aan welke grafiek daarbij past. Als er geen enkele grafiek bij de grootte past, geef dan X als antwoord.

- a De x-component van de plaats van de bal.
- b De y-component van de snelheid van de bal.
- c De x-component van de versnelling van de bal.
- d De y-component van de normaalkracht die de helling op de bal uitoefent.
- e De x-component van de snelheid van de bal.
- f De x-component van de zwaartekracht die op de bal werkt.



Figuur 5

- 19 [H/V] Vergelijk een stalen bol van 5 cm diameter met een (vogel)veer. Geef bij elk van de volgende onderdelen (a t/m e) met de letters G, Z en K aan of de grootte voor de bol groter is dan (G), even groot is als (Z) of kleiner is dan (K) dezelfde grootte voor de veer.



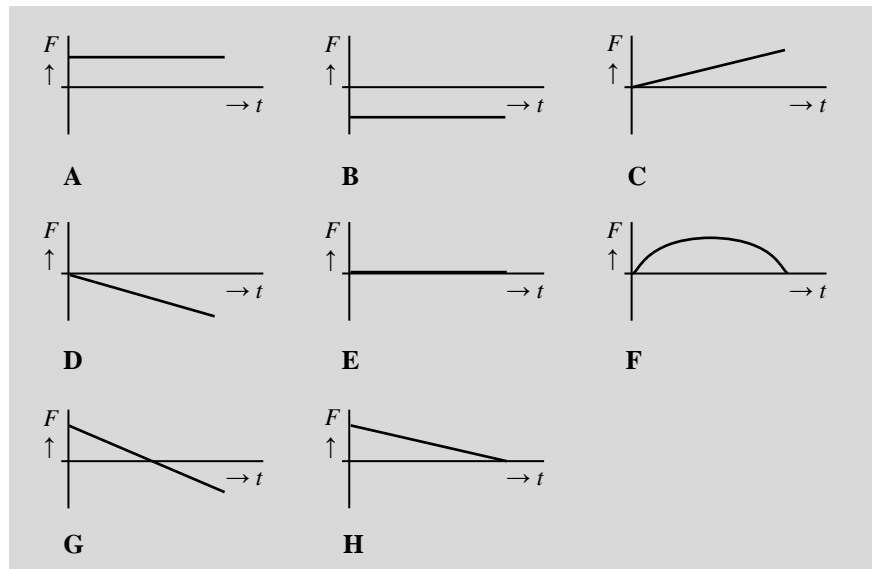
Figuur 6

- a De zwaartekracht.
- b De tijd die nodig is om over een gegeven afstand te vallen in de buitenlucht.
- c De tijd die nodig is om over een gegeven afstand te vallen in vacuüm.
- d De totale kracht op het voorwerp als het in vacuüm valt.
- e De totale kracht op het voorwerp als het in de buitenlucht valt.

20 [H/V] Een kar kan naar rechts en links bewegen over een horizontale baan. De plaats x is daarbij positief ten opzichte van de oorsprong O in figuur 6. De wrijvingskracht is verwaarloosbaar klein.

Er wordt een kracht F op de kar uitgeoefend. Kies bij elk van de volgende onderdelen (a t/m f) de F,t -grafiek(en) in figuur 7 die bij de beschreven situatie past/passen. Als er geen enkele grafiek bij de situatie past, geef dan X als antwoord.

- a De kar beweegt naar rechts (van de oorsprong af) met constante snelheid.
- b De kar beweegt naar rechts met gelijkmatig toenemende snelheid (constante versnelling).
- c De kar beweegt naar links (naar de oorsprong toe) met een constante snelheid.
- d De kar beweegt naar rechts met een gelijkmatig afnemende snelheid.
- e De kar beweegt naar rechts, eerst met een toenemende en daarna met een afnemende snelheid.
- f De kar beweegt naar links met een gelijkmatig toenemende snelheid (constante versnelling).

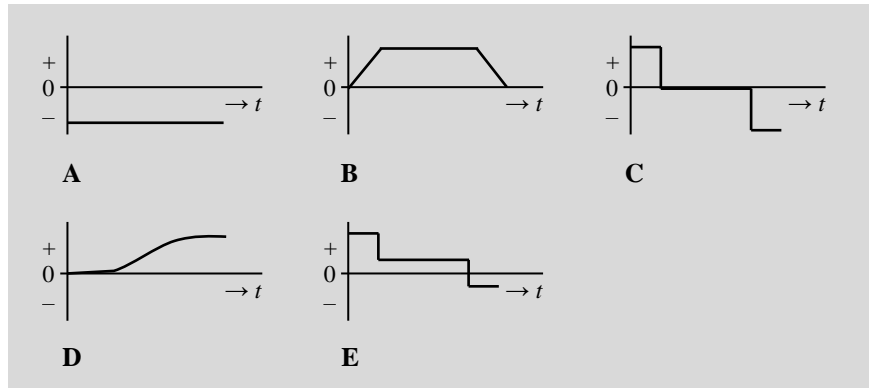


Figuur 7

21 [H/V] Een verhuizer beweegt een zware kar in de positieve x -richting over de vloer door er in horizontale richting tegen te duwen en aan te trekken. Eerst moet er hard worden geduwd om de kar in beweging te krijgen. Daarna is het voortduwen van de kar met een constante snelheid wat makkelijker. En ten slotte moet hij nog even aan de kar trekken om deze weer tot stilstand te laten komen.

In de grafieken van figuur 8 staat de tijd t langs de horizontale as. In elk van de volgende onderdelen (a t/m e) staat een grootte die langs de verticale as van de grafieken kan zijn uitgezet. Geef bij elk van deze grootheden aan welke grafiek daarbij past. Als er geen enkele grafiek bij de grootte past, geef dan X als antwoord.

- a De wrijvingskracht op de kar.
- b De kracht die de verhuizer op de kar uitoefent.
- c De netto-kracht op de kar.
- d De versnelling van de kar.
- e De snelheid van de kar.



Figuur 8

- 22 [V] Hieronder staan drie situaties met twee identieke personenauto's en een veel zwaardere vrachtwagen. In welke van deze situaties geldt de derde wet van Newton: als voorwerp A een kracht uitoefent op voorwerp B, dan oefent voorwerp B een even grote, tegengesteld gerichte kracht uit op voorwerp A?
- A De ene personenauto staat geparkeerd, en de andere personenauto botst er tegen aan.
 - B Een van de personenauto's staat geparkeerd en de vrachtwagen botst er tegen aan.
 - C De vrachtwagen duwt een van de personenauto's, omdat de motor daarvan niet wil starten. De twee auto's zijn met elkaar in contact, en de vrachtwagen versnelt.

Antwoorden meerkeuzevragen

1: A | 2: C | 3: C | 4: A | 5: D | 6: B | 7: C | 8: C | 9: A | 10: C | 11: C | 12: B | 13: E | 14: B | 15: D | 16: C | 17: F | 18 (a,b,c,d,e,f): D, F, B, I, C, B | 19 (a,b,c,d,e): G, K, Z, G, G | 20 (a,b,c,d,e,f): E, A, E, B, G, B | 21 (a,b,c,d,e): A, E, C, C, B | 22: ABC

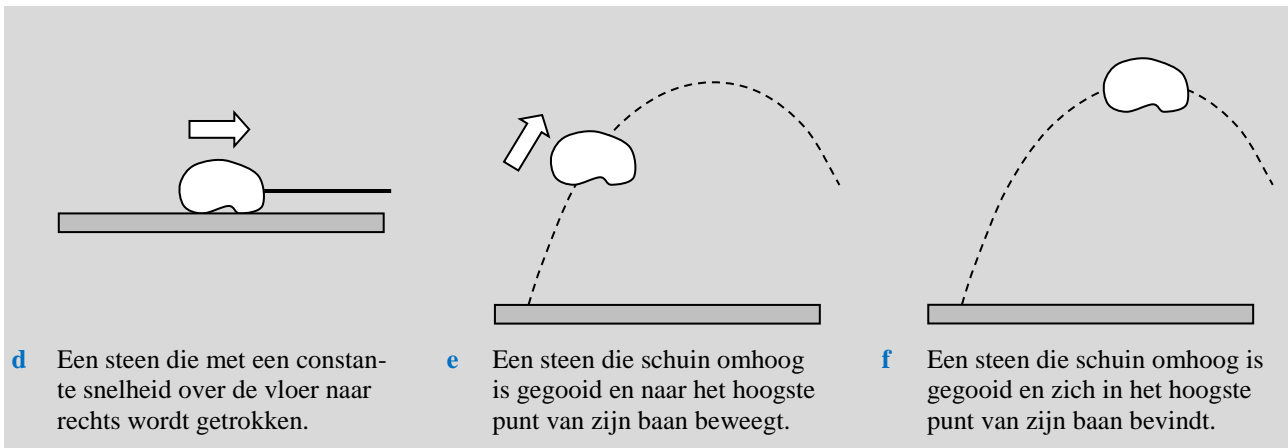
2 Tekenvragen

- 23 [H/V] Teken in alle situaties van figuur 9 alleen de kracht of krachten *op de steen* door middel van pijlen met de juiste richting, de juiste grootte (ten opzichte van eventuele andere krachten) en het juiste aangrijpingspunt. En geef die krachten de juiste naam.

a Een steen in vrije val in een vacuüm (zonder luchtwrijving)

b Een vallende steen die door luchtwrijving een constante snelheid heeft gekregen.

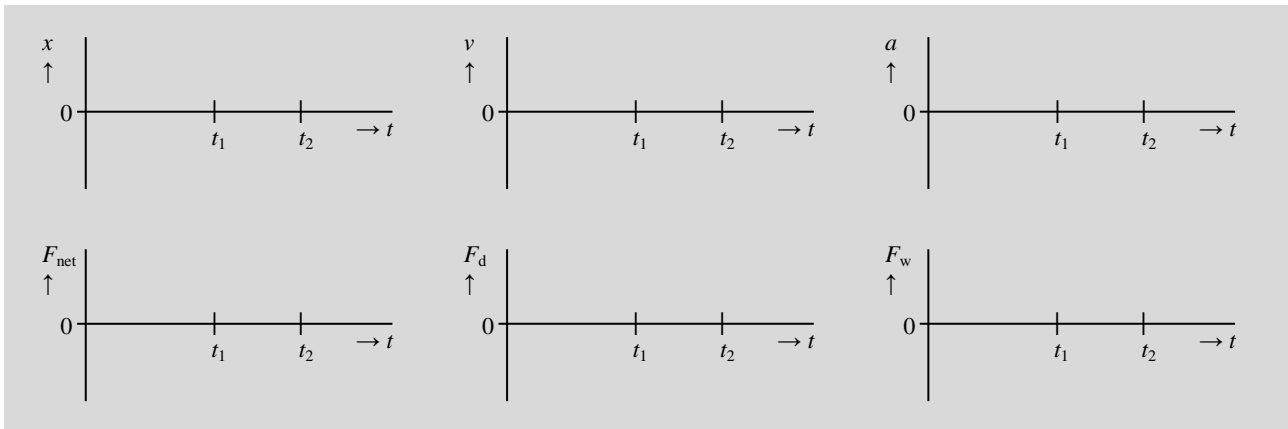
c Een steen die naar rechts over de vloer glijdt en daarbij wrijving ondervindt.



Figuur 9

- 24** [H/V] Een jonge vrouw duwt een kinderwagen met constant snelheid over een horizontale straat. Ze komt een vriendin tegen en stopt om een praatje te maken. De vrouw laat de kinderwagen los. Die rolt nog even verder met afnemende snelheid, en komt tot stilstand.

Schets in figuur 10 de vorm van de grafiek voor elk van de daarin aangegeven grootheden: de plaats x , de snelheid v en de versnelling a van de kinderwagen, en de netto-kracht F_{net} , de duwkracht F_{d} en de wrijvingskracht F_{w} op de kinderwagen. De waarden zijn niet van belang, de vorm van de grafiek is dat wel. Neem de richting waarin de vrouw loopt als de positieve richting. Op het tijdstip $t = 0$ s beweegt ze met constante snelheid, op het tijdstip t_1 laat ze de kinderwagen los en op het tijdstip t_2 komt de kinderwagen tot stilstand.

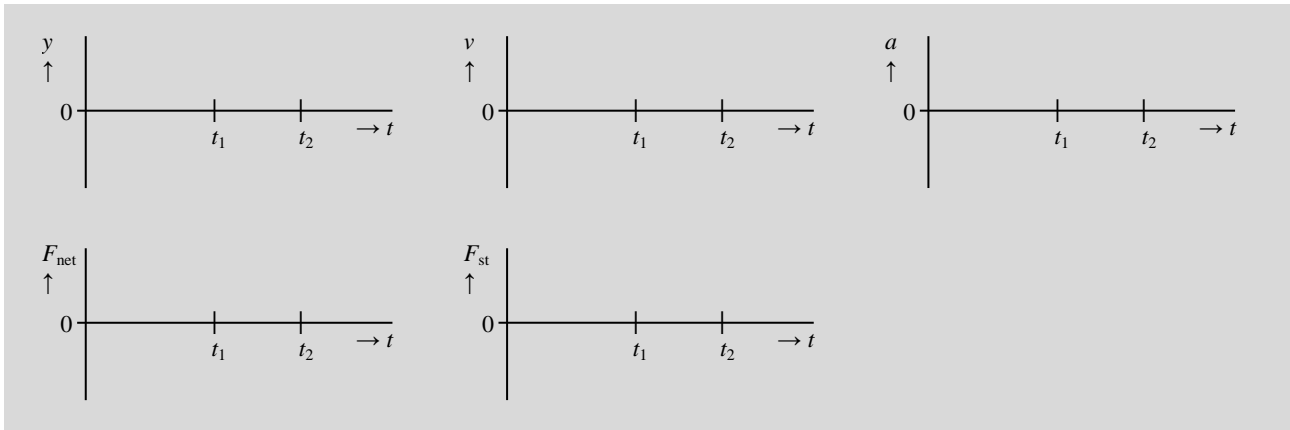


Figuur 10

- 25** [H/V] Een tweetrapsraket heeft twee motoren. De motor van de eerste trap brengt de raket een eind omhoog en wordt dan afgestoten. Even daarna start de motor van de tweede trap en brengt de raket nog hoger.

De motor van de eerste trap wordt op het tijdstip $t = 0$ s tot ontbranding gebracht. Vanaf dat moment beweegt de raket omhoog met een constante versnelling. Dat duurt tot tijdstip t_1 . De raket werpt de motor van de eerste trap af en beweegt nog even verder omhoog tot het tijdstip t_2 waarop de motor van de tweede trap ontbrandt. De raket versnelt dan weer omhoog met een constante versnelling. Die versnelling is groter is dan tijdens de werking van de motor van de eerste trap.

Schets in figuur 11 de vorm van de grafiek voor elk van de daarin aangegeven grootheden: de hoogte y , de snelheid v en de versnelling a van de raket, en de netto-kracht F_{net} en de stuwkracht F_{st} op de raket. De waarden zijn niet van belang, de vorm van de grafiek is dat wel. Neem de richting waarin de raket omhoog beweegt als de positieve richting.



Figuur 11

- 26** [V] Je zit in een stoel in een optrekkende auto. Deze auto heeft achterwiel-aandrijving.
- Teken de krachten op elk van de volgende afzonderlijke voorwerpen: 1) je eigen lichaam, 2) de stoel waarin je zit (afzonderlijk van de auto), 3) de auto (afzonderlijk van de stoel) en 4) de delen van het wegdek die contact maken met de wielen. Teken grotere krachten als langere pijlen. Beschrijf elk van de krachten in woorden.
 - Laat zien welke krachten een krachtenpaar vormen volgens de derde wet van Newton.
 - Leg uit hoe de kracht die de auto een versnelling geeft tot stand komt.

3 Open vragen

- 27** [H/V] Een kar wordt naar rechts getrokken met een kracht van 100 N, en naar links met een kracht van 30 N. Hoe groot is de netto-kracht op de kar?
- 28** [H/V] Een blok glijdt over de vloer onder invloed van een netto-kracht. Hoe verandert de versnelling van dat blok in de volgende drie situaties?
- De netto-kracht op het blok wordt (op de een of andere manier) driemaal zo groot.
 - De massa van dat blok wordt driemaal zo groot, terwijl de netto-kracht hetzelfde blijft.
 - De massa van dat blok wordt driemaal zo groot, terwijl de netto-kracht ook driemaal zo groot wordt.
- 29** [H/V] Tijdens een ruimtereis wordt het geleidelijk aan steeds gemakkelijker om de raket te versnellen. Hoe komt dat? (Hint: ongeveer 90% van de massa van een pas gelanceerde raket bestaat uit brandstof.)
- 30** [H/V] Als een voorwerp geen versnelling heeft, kun je dan de conclusie trekken dat er geen krachten op werken? Leg uit.
- 31** [H/V] Je bevindt je in de space shuttle die in een baan om de Aarde beweegt. Je krijgt twee identieke dozen, de ene gevuld met lood en de andere gevuld met veren. Hoe kun je bepalen wat waarin zit zonder de dozen open te maken?
- 32** [H/V] De zwaartekracht op de Maan is maar één-zesde van de zwaartekracht op Aarde.
- Hoe groot is het gewicht van een voorwerp van 10 kg op de Aarde en op de Maan?
 - Hoe groot is de massa van dat voorwerp op de Aarde en op de Maan?
- 33** [H/V] Een boek met een gewicht van 15 N ligt op een platte tafel. Hoe groot is

de normaalkracht van de tafel op het boek? En hoe groot is de netto-kracht op het boek?

- 34 [H/V] Als je op de grond staat, oefent de vloer dan een kracht omhoog op je voeten uit? Hoe groot is dan de kracht die de vloer uitoefent? En waarom beweeg je niet omhoog als gevolg van die kracht?
- 35 [H/V] Als je omhoog de lucht in springt, hoe groot is dan de kracht die je op de vloer uitoefent in vergelijking met je gewicht?
- 36 [H/V] Hoe groot is de versnelling van een voorwerp dat met constante snelheid rechtdoor beweegt? Hoe groot is dan de netto-kracht op het voorwerp?
- 37 [H/V] Kan een voorwerp een bocht doorgaan zonder dat er een kracht op werkt?
- 38 [H/V] Om een kar over een grasveld te trekken met een constante snelheid moet je voortdurend een gelijkmatige kracht uitoefenen. Hoe breng je dat in overeenstemming met Newtons eerste wet, die zegt dat voor een rechtlijnige eenparige beweging geen kracht nodig is?
- 39 [H/V] Waarom is het moeilijker om een kist die op de vloer staat in beweging te krijgen dan het is om hem in beweging te houden als hij eenmaal beweegt?
- 40 [H/V] Als je door horizontaal te duwen met een kracht van 50 N een kist met constante snelheid over de vloer laat bewegen, hoe groot is dan de wrijvingskracht op de kist?
- 41 [V] Welk effect heeft de snelheid van een bewegend voorwerp op de schuifwrijvingskracht die het ondervindt? En welk effect heeft het contactoppervlak van het voorwerp met de ondergrond op die wrijvingskracht?
- 42 [H/V] Wat is een 'vrije val'? En wat is het belangrijkste kenmerk van deze beweging?
- 43 [H/V] Een voorwerp is in 'vrije val' als de zwaartekracht de enige kracht is die op het voorwerp werkt.
- a Is een skydiver die zijn eindsnelheid heeft bereikt in vrije val?
- b Is een satelliet in een baan rond de aarde boven de aardatmosfeer in vrije val?
- 44 [H/V] Een voorwerp heeft een gewicht van 10 N. Hoe groot is de netto-kracht op dit voorwerp als
- a het in vrije val is?
- b het tijdens het vallen een luchtweerstand van 4 N ondervindt?
- c het tijdens het vallen een luchtweerstand van 10 N ondervindt?
- 45 [H/V] Waarom versnelt een zwaar voorwerp niet meer dan een licht voorwerp tijdens een vrije val?
- 46 [V] Welke factoren hebben invloed op de luchtweerstand die een vallend voorwerp ondervindt?
- 47 [V] Leg uit hoe de snelheid van een vallend voorwerp verandert onder invloed van de luchtweerstand. En welke versnelling heeft dat voorwerp als het zijn eindsnelheid heeft bereikt?
- 48 [V] Waarom is de eindsnelheid van een zware parachutist groter dan van die van een lichte parachutist als die een even grote parachute gebruikt?
- 49 [H/V] Hoe groot is de versnelling van een recht omhoog gegooid steen in het hoogste punt van de beweging?

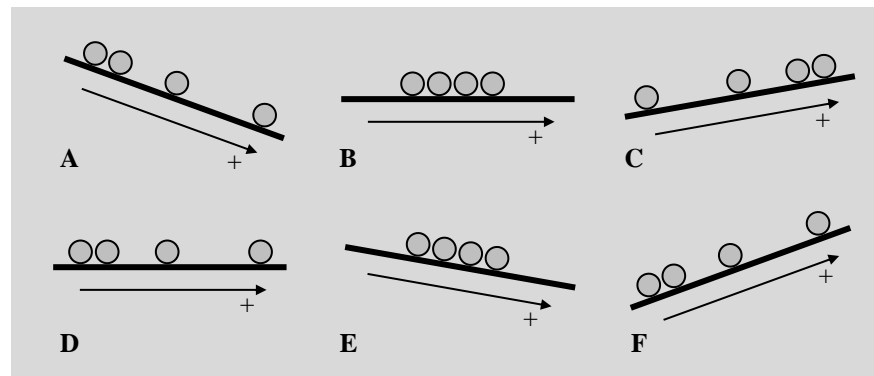
- 50 [H/V] Als een auto over de snelweg rijdt met constante snelheid, is de netto-kracht op de auto nul. Waarom is het dan nodig om het gaspedaal ingedrukt te blijven houden?
- 51 [V] Een honkbal wordt weggeslagen met een honkbalknuppel. Als we de kracht op de bal door de knuppel de actiekracht noemen, welke kracht is dan de reactiekracht?
- 52 [V] De actie- en reactiekracht van een krachtenpaar zijn even groot en tegengesteld gericht. Waarom heffen deze krachten elkaar toch niet op?
- 53 [V] Op iemand die stil staat worden twee krachten uitgeoefend: de zwaarte-kracht en de normaalkracht van de vloer. Zijn deze krachten even groot en tegengesteld gericht? Vormen ze een actie-reactiepaar? Waarom wel of niet?
- 54 [V] Wat is, voor elk van de volgende krachten, de even grote tegengesteld gerichte kracht die er volgens Newtons derde wet moet zijn?
- a De kracht van een hamer op een spijker.
 - b De zwaartekracht op een boek.
 - c De kracht van een helikopter-propeller die de lucht omlaag duwt.
 - d De luchtwrijvingskracht die op een voetbal werkt.
- 55 [V] Je houdt een appel boven je hoofd. Benoem alle krachten die op de appel werken en hun reactiekrachten.
- 56 [V] Je laat een appel vallen. Benoem alle krachten die op de appel werken tijdens de val en hun reactiekrachten.
- 57 [V] Als een gewichtheffer de halter boven zijn hoofd houdt, is de reactiekracht de kracht van de halter op zijn hand. Hoe verandert die kracht voor het geval dat de halter omhoog versnelt? En omlaag?
- 58 [V] Op welk voertuig wordt de grootste kracht uitgeoefend bij een frontale botsing tussen een vrachtwagen en een personenauto? Welk voertuig krijgt de grootste versnelling? Leg uit.
- 59 [V] Twee astronauten zweven op enige afstand van elkaar door de ruimte. Ze zijn verbonden door een veiligheidskoord. Als de ene astronaut aan het koord begint te trekken, trekt hij dan de ander naar zich toe, of trekt hij zichzelf naar de ander toe, of gaan ze allebei bewegen? Leg uit.
- 60 [V] Een paard trekt een wagen met een bepaalde kracht voort. De wagen, op zijn beurt, trekt met een even grote, tegengesteld gerichte kracht aan het paard. Betekent dit dat die krachten elkaar opheffen, zodat versnellen onmogelijk wordt? Waarom wel of niet? (Hint: ga na wat de rol is van de ondergrond.)

4 Ordeningsvragen

Bij de volgende ordeningsvragen zet je steeds een aantal situaties op volgorde. Als er twee of meer situaties zijn die gelijk 'scoren', dan komen die situaties op dezelfde plaats in jouw volgorde te staan. Je geeft dat bijvoorbeeld aan door ze te omcirkelen. En ten slotte leg je de redenering achter jouw volgorde uit.

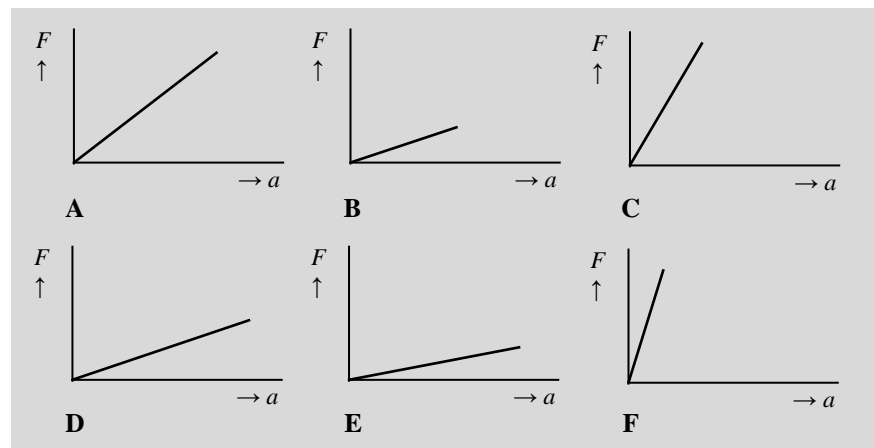
- 61 [H/V] In figuur 12 zie je zes bewegingen van een bal die van links naar rechts beweegt. De pijlen geven de positieve richting aan. Elke cirkel stelt de positie van de bal voor op opeenvolgende tijdstippen. De tijdsintervallen tussen die opeenvolgende tijdstippen zijn gelijk. Zet de bewegingen op volgorde op basis van de netto-kracht op de bal. Begin

met de beweging waarbij die netto-kracht het grootst is. Let op: nul is groter dan negatief.



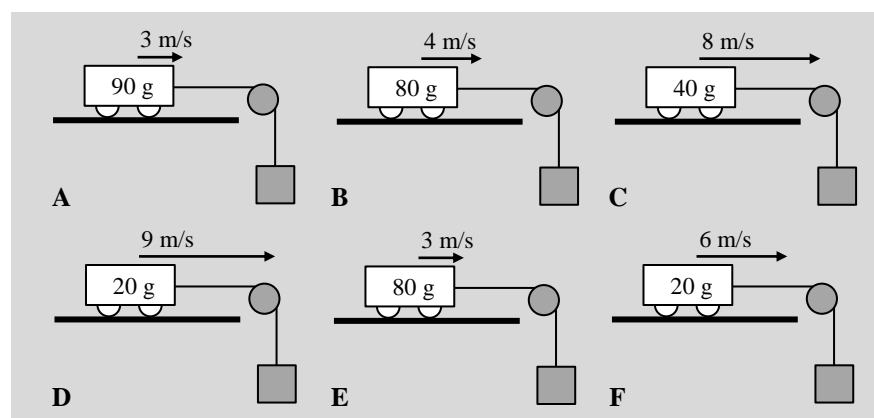
Figuur 12

- 62 [H/V] In figuur 13 zie je zes diagrammen van de kracht F op een voorwerp en de versnelling a die het voorwerp daardoor krijgt. De schaal van zowel de verticale als de horizontale as is voor alle grafieken hetzelfde. Zet de voorwerpen opvolgorde op basis van hun massa. Begin met het voorwerp waarvan de massa het grootst is.



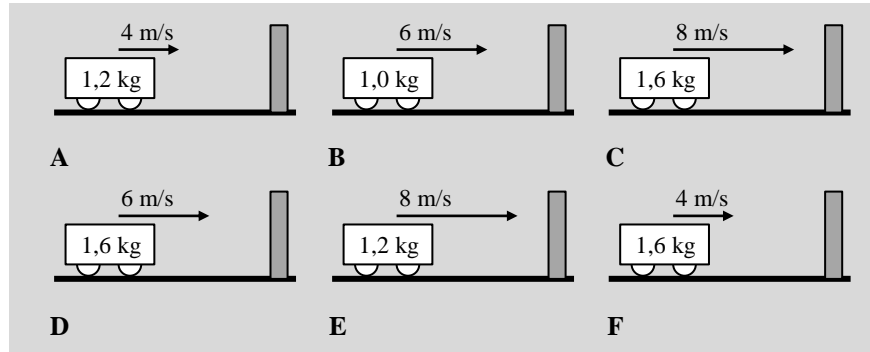
Figuur 13

- 63 [H/V] In figuur 14 zie je zes situaties waarin een kar door een gewicht via een katrol over een tafeoppervlak beweegt. In elke situatie is dat gewicht hetzelfde, maar de massa en de snelheid van de kar zijn verschillend. De wrijvingskracht is verwaarloosbaar klein. Zet de situaties op volgorde op basis van de versnelling van de kar. Begin met de kar waarvan de versnelling het grootst is.



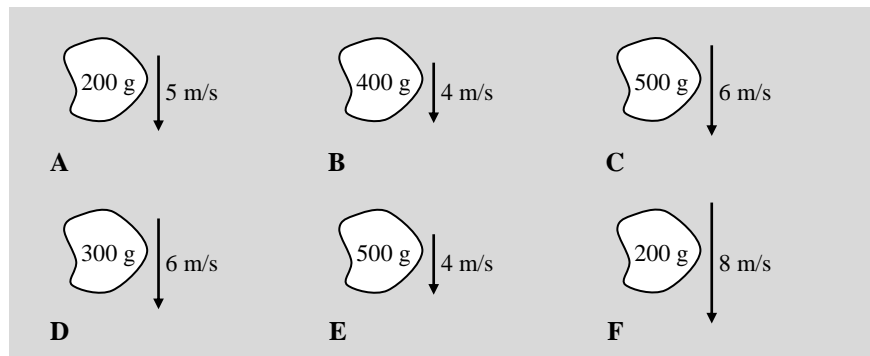
Figuur 14

- 64 [H/V] In figuur 15 zie je zes situaties waarin een kar over steeds eenzelfde afstand moet afremmen tot stilstand vlak voor een muur. In elke situatie zijn de massa en/of de snelheid van de kar verschillend. De wrijvingskracht is verwaarloosbaar klein. Zet de situaties op volgorde op basis van de benodigde remkracht op de kar. Begin met de kar waarop de remkracht het grootst is.



Figuur 15

- 65 [H/V] In figuur 16 zie je zes stenen met dezelfde vorm maar verschillende massa. De stenen worden met verschillende snelheid verticaal omlaag gegooid. De massa's en de snelheden direct na het loslaten van de stenen zijn in de figuur weergegeven. De (lucht)wrijvingskracht is verwaarloosbaar klein.
- Zet de stenen op volgorde op basis van de netto-kracht op de stenen na het loslaten. Begin met de steen waarop de netto-kracht het grootst is.
 - Zet de stenen op volgorde op basis van de versnelling van de stenen na het loslaten. Begin met de steen waarvan de versnelling het grootst is.



Figuur 16