

FISIESE WETENSKAPPE

GRAAD 12

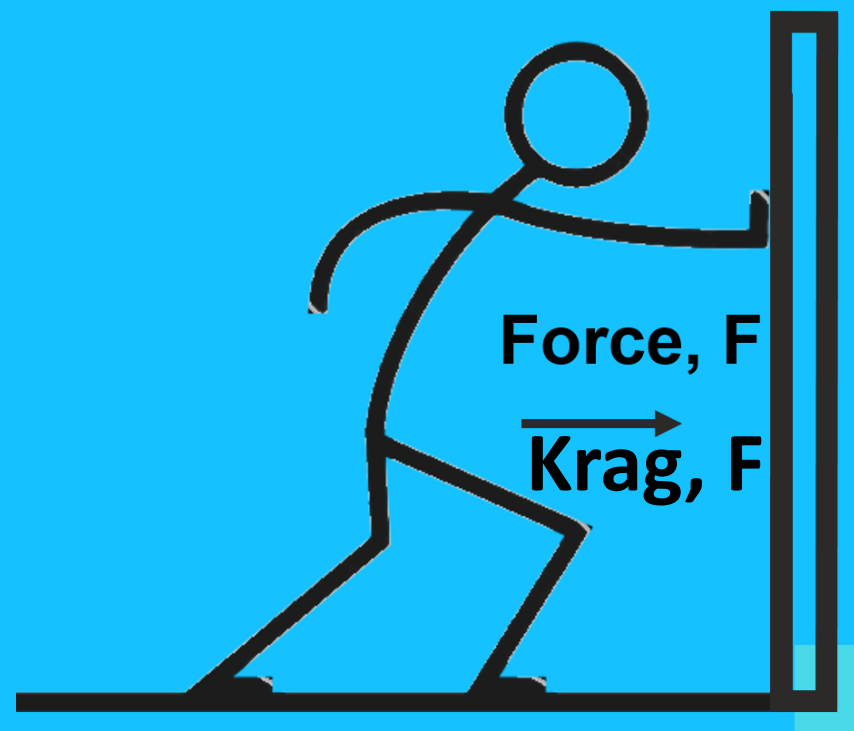
ARBEID-ENERGIE BEGINSEL (STELLING)



Verstaan die begrip **ARBEID**

In die alledaagse lewe verstaan mense gewoonlik dat dit 'n vorm van fisieke inspanning is.

In **FISIKA** het arbeid 'n meer spesifieke betekenis.



Geen Δx

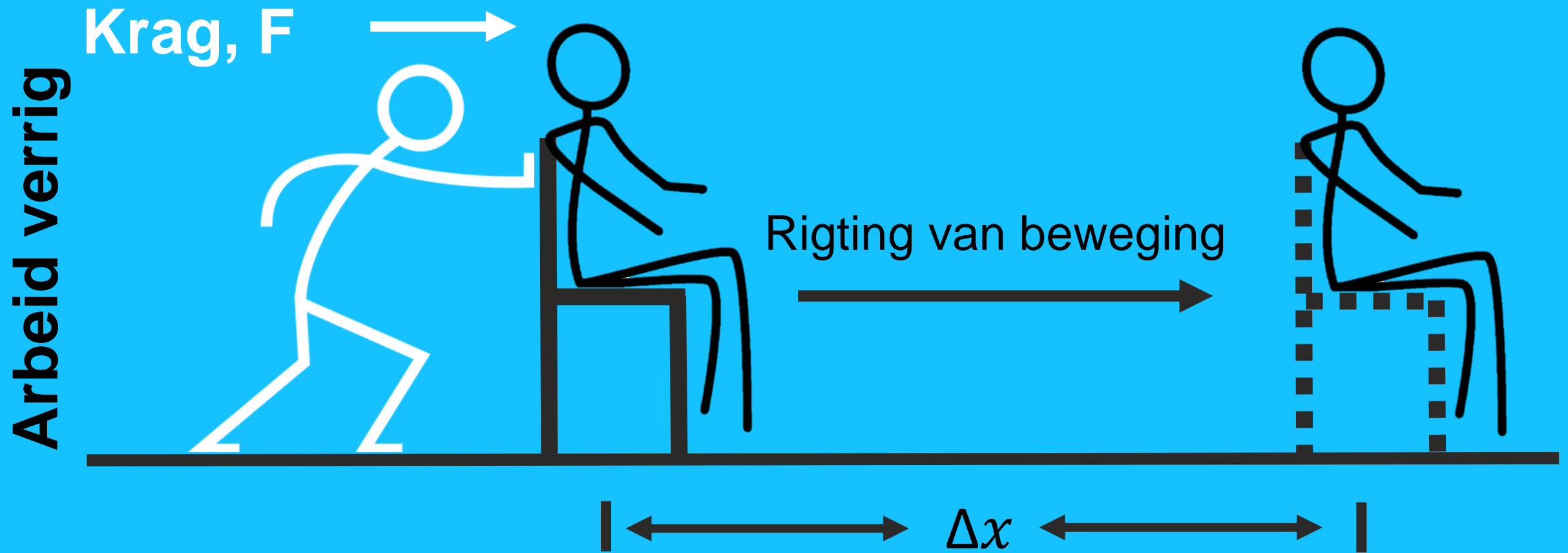
Geen W

Vir die arbeid (W), moet 'n krag (F) wat op 'n voorwerp toegepas word 'n netto verplasing veroorsaak (Δx).

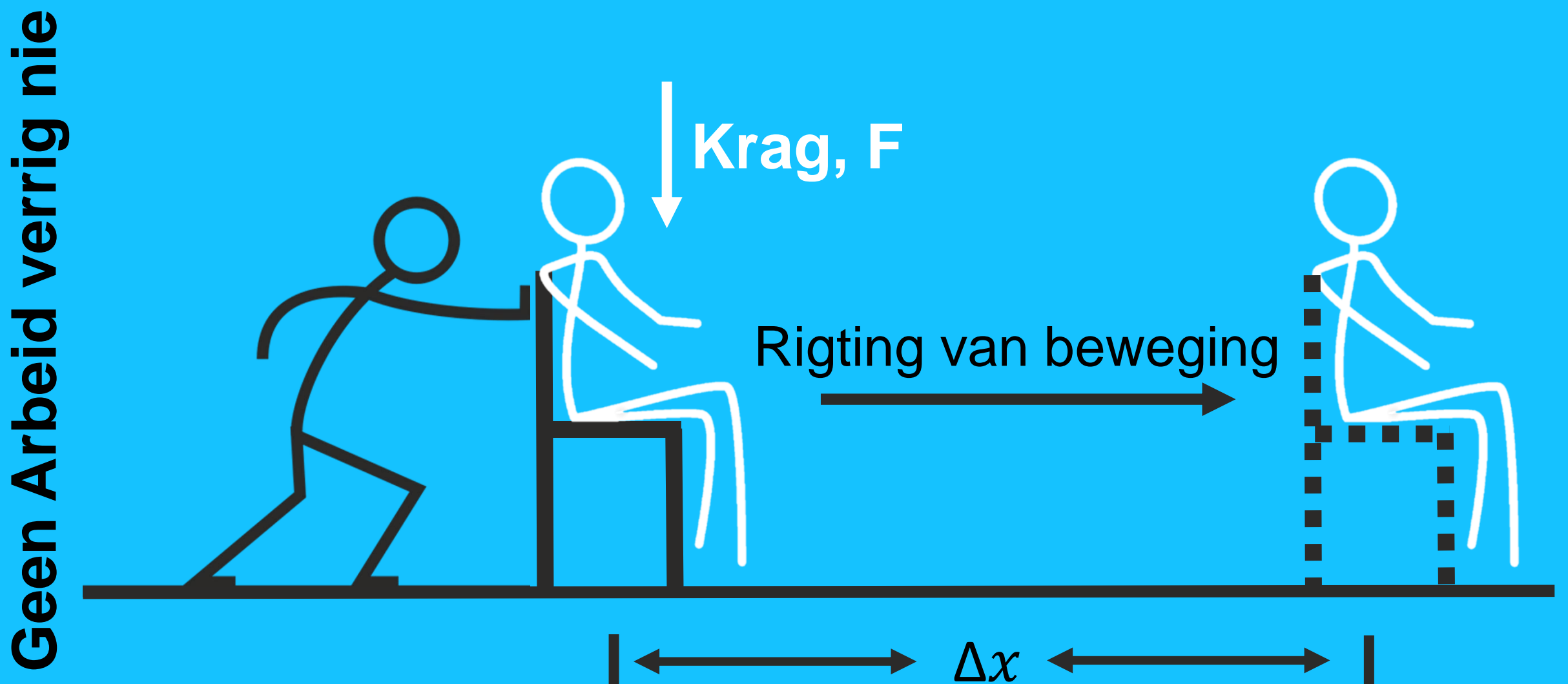
Verder ...

Die verplasing (Δx) moet in dieselfde rigting wees as die toegepaste krag (F).

Arbeid verrig deur 'n persoon wat 'n stoel stoot



Persoon wat in die stoel sit, verrig GEEN arbeid nie



Berekening van arbeid

Om die arbeid (W) verrig te bereken,
moet die volgende bekend wees:

Krag (F)

Verplasing (Δx)

Hoek (θ) tussen F en Δx

Arbeid (W) kan wiskundig uitgedruk word as:

$$W = F \Delta x \cos \theta$$

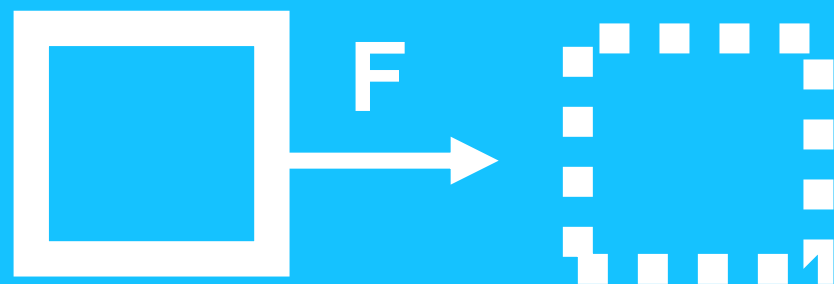
Die eenheid van arbeid is Joule (J).

Arbeid is 'n skalaar.

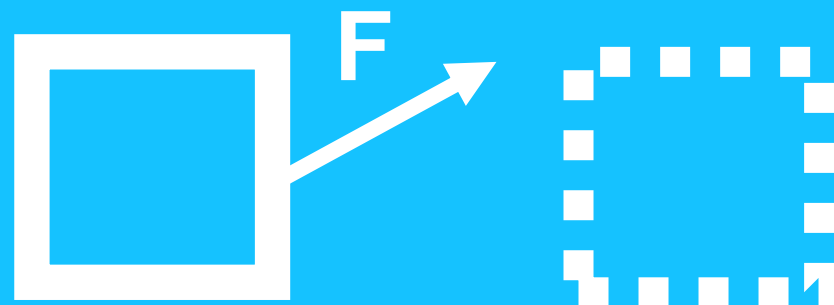
Positiewe arbeid

$$W > 0$$

Kragkomponent in dieselfde rigting as wat voorwerpe beweeg



$$\theta = 0^0$$

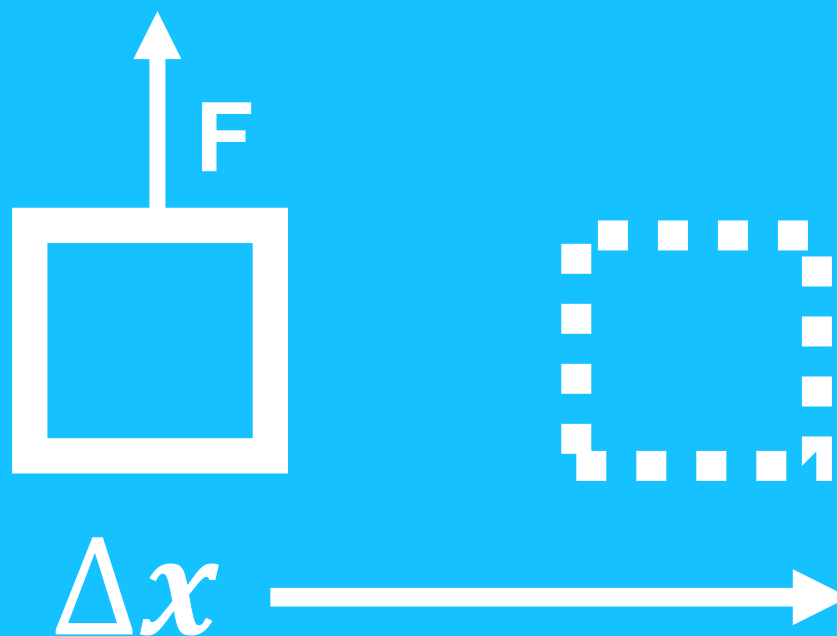


$$0^0 < \theta < 90^0$$

Geen arbeid

$$W = 0$$

Krag is loodreg met rigting van beweging

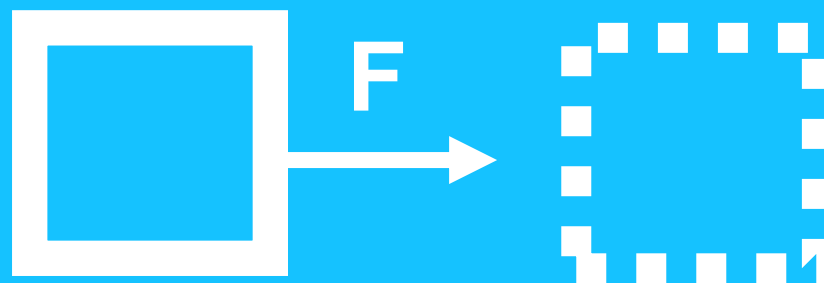


$$\theta = 90^0$$

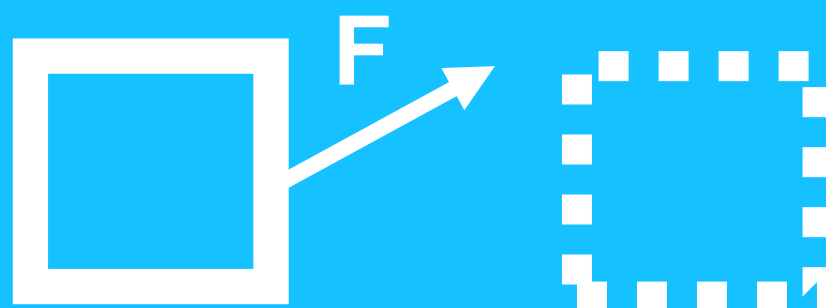
Negatiewe arbeid

$$W < 0$$

Kragkomponent in die teenoorgestelde rigting as wat voorwerpe beweeg



$$\theta = 180^0$$



$$90^0 < \theta < 180^0$$

Verwantskap tussen ARBEID en ENERGIE

Die NETTO ARBEID verander die beweging van 'n liggaam.

'n **Netto krag** wat op 'n liggaam inwerk, sal die snelheid verander.

$$\begin{aligned}
 W_{\text{net}} &= \mathbf{F} \Delta \mathbf{x} \cos \theta \dots\dots\dots \theta = 0^0 \\
 &= \mathbf{F} \Delta \mathbf{x} \dots\dots\dots \text{Newton 2}^{\text{de}} \\
 &= (\mathbf{ma}) \Delta \mathbf{x} \dots\dots\dots \text{Bewegingsvergelyking} \\
 &= m \frac{1}{2\Delta x} (v_f^2 - v_i^2) \Delta x \\
 &= \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)
 \end{aligned}$$

Arbeid is die ENERGIE wat na of van 'n voorwerp oorgedra word deur middel van 'n **KRAG** wat op die voorwerp inwerk

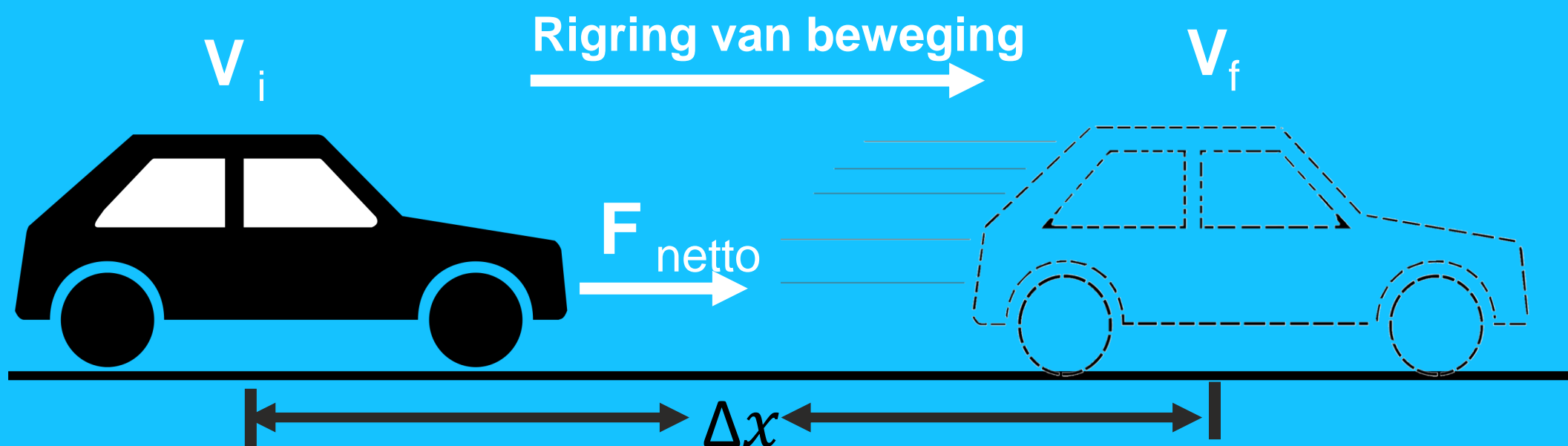
$$W_{\text{net}} = \Delta E_k$$

Arbeid-Energie beginsel(stelling)

Die netto arbeid verrig op 'n voorwerp is gelyk aan die verandering in die kinetiese energie van die voorwerp.

Energie na 'n voorwerp oorgedra = positiewe arbeid
(Netto Krag in dieselfde rigting as beweging.)

Positiewe arbeid verrig

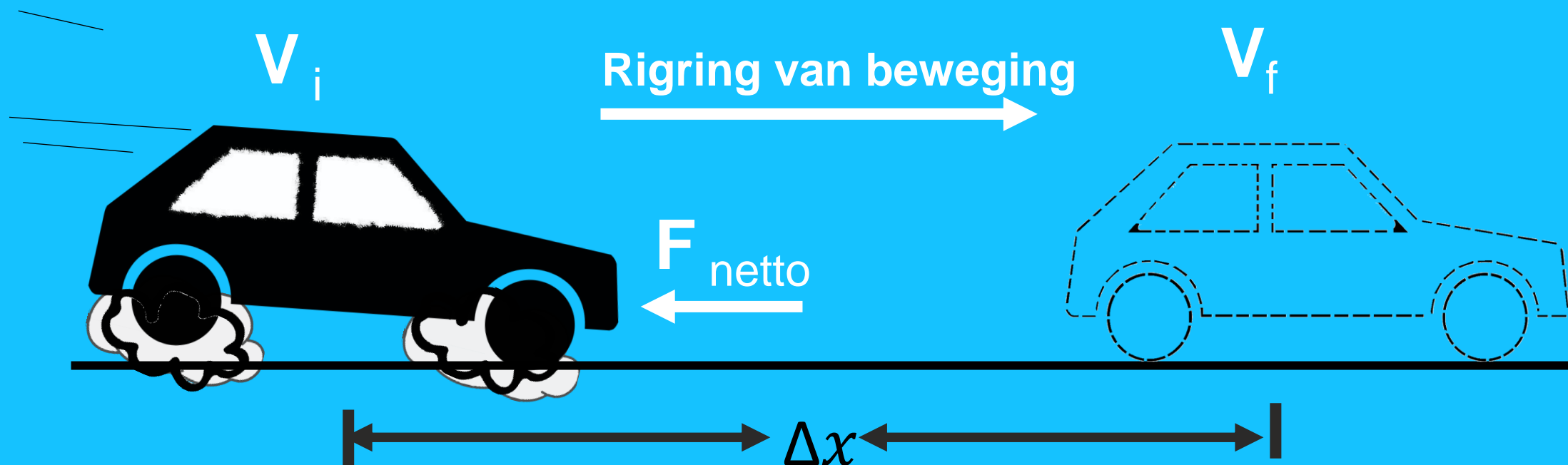


Voorwerp versnel

E_k verander ALTYD as 'n F_{net} op 'n voorwerp toegepas word.

Energie vanaf 'n voorwerp oorgedra = negatiewe arbeid
(Netto Krag in teenoorgestelde rigting as beweging.)

Negatiewe arbeid verrig



Voorwerp beweeg stadiger

Eksperimentele idee:

'n Persoon stoot 'n trolleie in 'n sirkel

Δx is nul, so **ARBEID** is nul
maar

ENERGY word oorgedra.

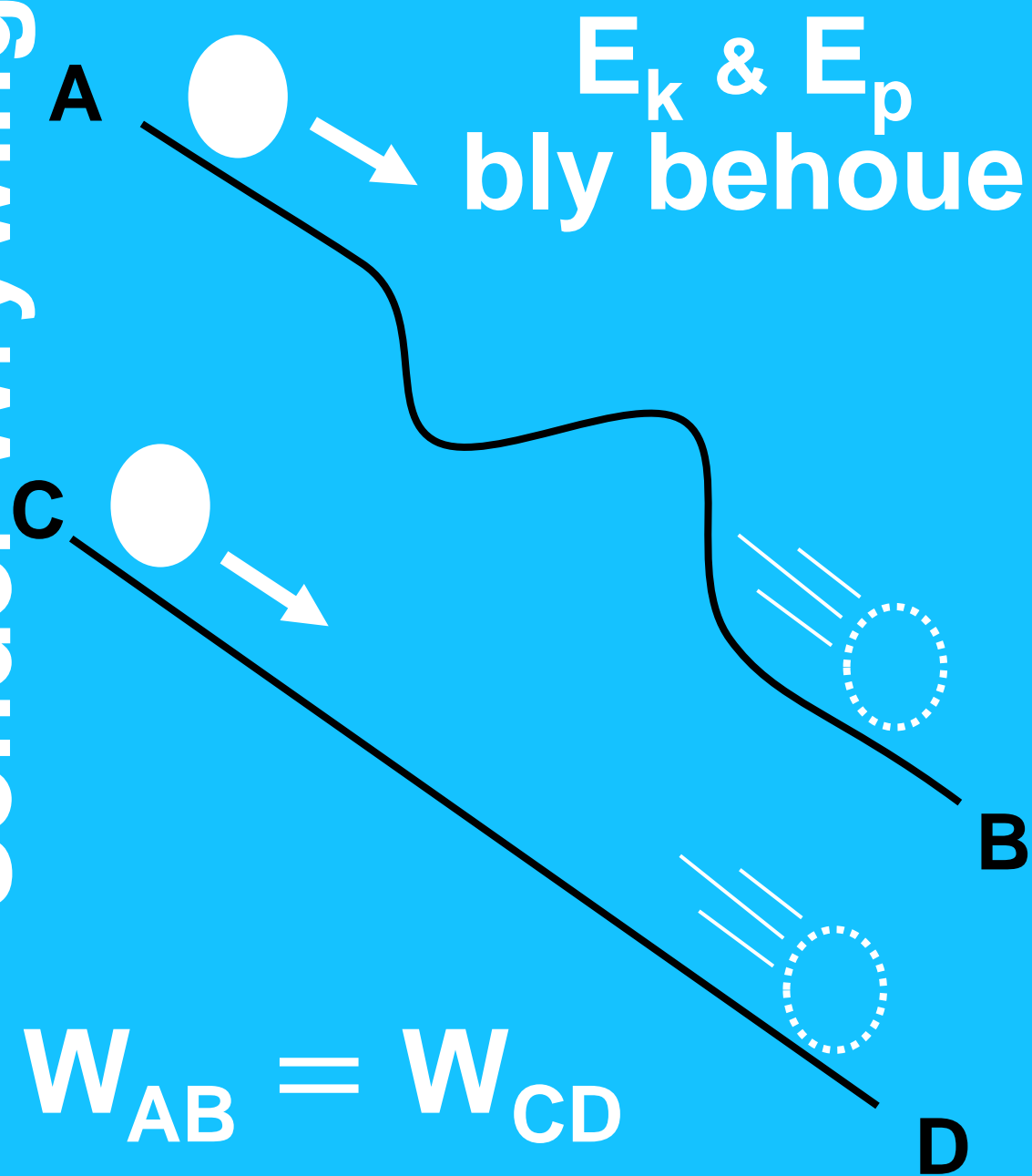
Verduidelik hoe u
rekenenskap kan gee
van die **ARBEID** verrig?



The antwoord is **KRAG**

Indien 'n
KONSERWATIEWE KRAG
 arbeid verrig, sal
 meganiese energie ($E_k + E_p$)
 konstant bly.

Sonder Wrywing



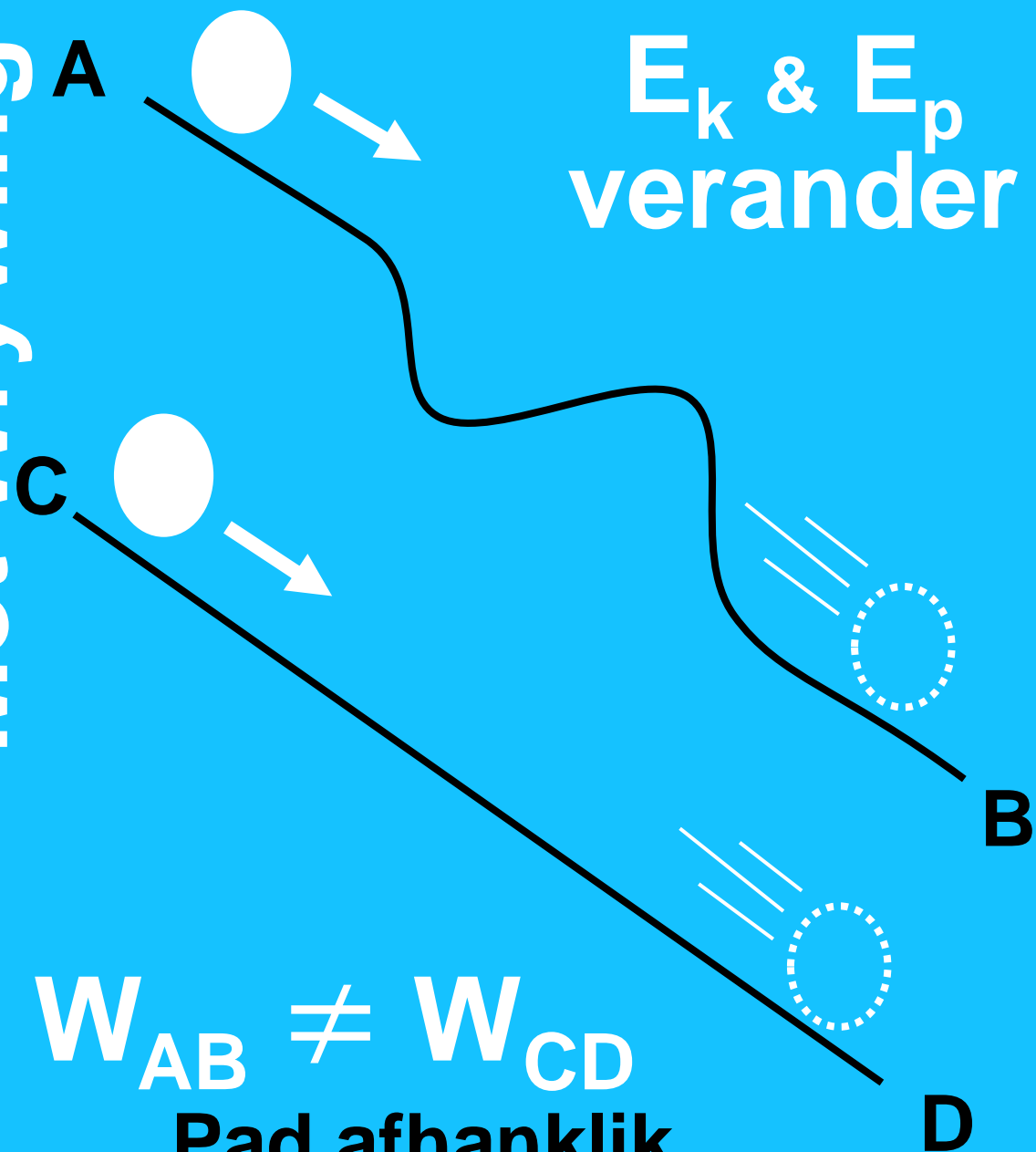
Pad onafhanklik

(netto arbeid vir 'n geslote pad is nul)

Elektries
Gravitasie
Elasties

Indien 'n
NIE-KONSERWATIEWE KRAG
 arbeid verrig, sal
 meganiese energie ($E_k + E_p$)
 verander.

Met Wrywing



Pad afhanklik

(netto werk vir 'n geslote pad
 is NIE nul nie)

Wrywing
Toegepaste Krag
(stoot/trek/spanning)

Vergelykings vir **ARBEID** en **ENERGIE**

KONSERWATIEWE KRAG

$$W_{\text{net}} = \Delta E_k \quad \text{OR} \quad W_{\text{net}} = \Delta K$$

NIE-KONSERWATIEWE KRAG

$$W_{\text{nc}} = \Delta E_k + \Delta E_p \quad \text{OR} \quad W_{\text{nc}} = \Delta K + \Delta U$$

Definisies

W_{net} – Netto arbeid verrig

W_{nc} – Arbeid verrig deur nie-konserwatiewe krag

E_k en K – Kinetiese Energie

E_p and U – Potensiële Energie

Berekening van die netto arbeid

$$W_{\text{net}} = W_g + W_f + W_N + W_T$$

W_g – Arbeid verrig deur gravitasiekrag (gewig)

W_f – Arbeid verrig deur wrywing

W_T – Arbeid as gevolg van spanning.

W_N – Arbeid verrig deur Toegepaste Krag

Die 5-S probleemoplossingstrategie

- ① **Stel vas** watter kragte (konserwatief en nie-konserwatief) teenwoordig is
- ② **Skets** 'n vryliggaamsdiagram met al die kragte wat op die voorwerp inwerk en om " F_{net} " aan te dui.
- ③ **Slegs** kragte wat arbeid in bewegingsrigting verrig, word gebruik
- ④ **Skryf neer** W_{net} vir die probleem.
- ⑤ **Subsitueer** die bekende waardes en bereken die onbekende veranderlike.

Onthou

Om die arbeid verrig deur 'n enkele krag te bereken, gebruik die volgende vergelyking:

$$W = F \Delta x \cos \theta$$

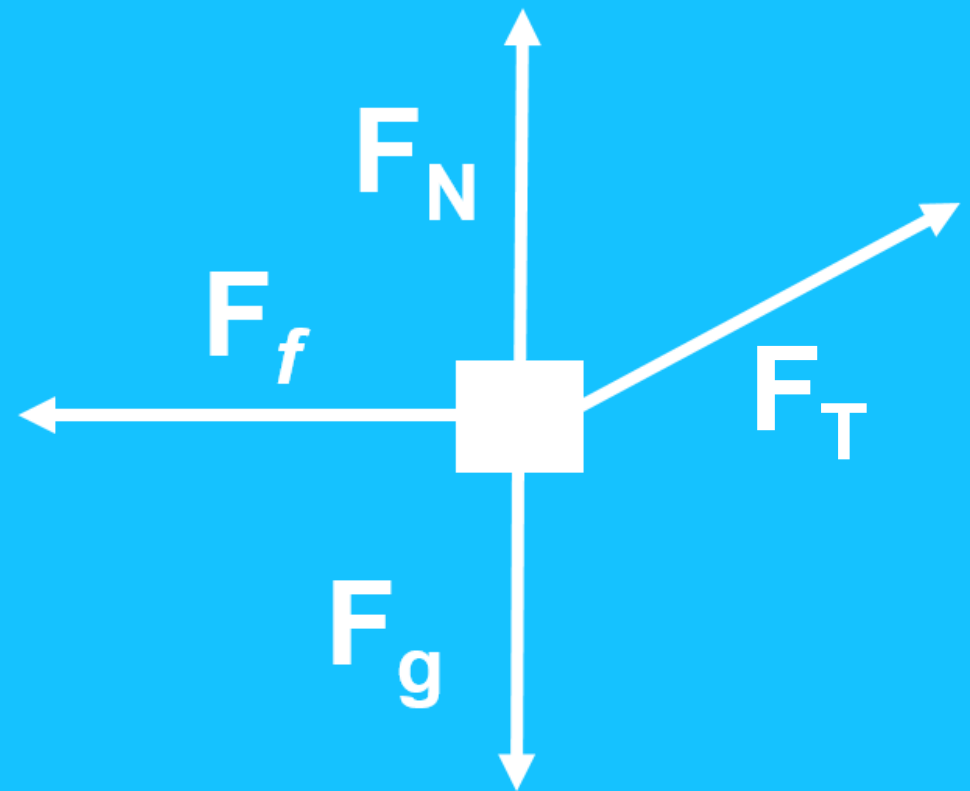
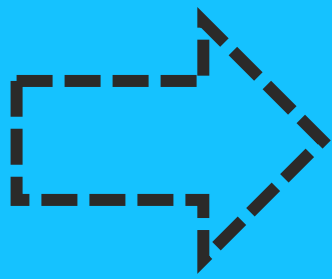
Gebruik vryliggaamsdiagramme

Stel die voorwerp voor met behulp van 'n **punt of vierkant**.

Die **vektore** (pyle) word geteken om die **kragte** wat direk op die voorwerp inwerk voor te stel en om die **rigting** van die krag te toon.



Werklike voorwerp



Vryliggaamdiagram

F_f = wrywingskrag F_N = normaalkrag F_g = gewig

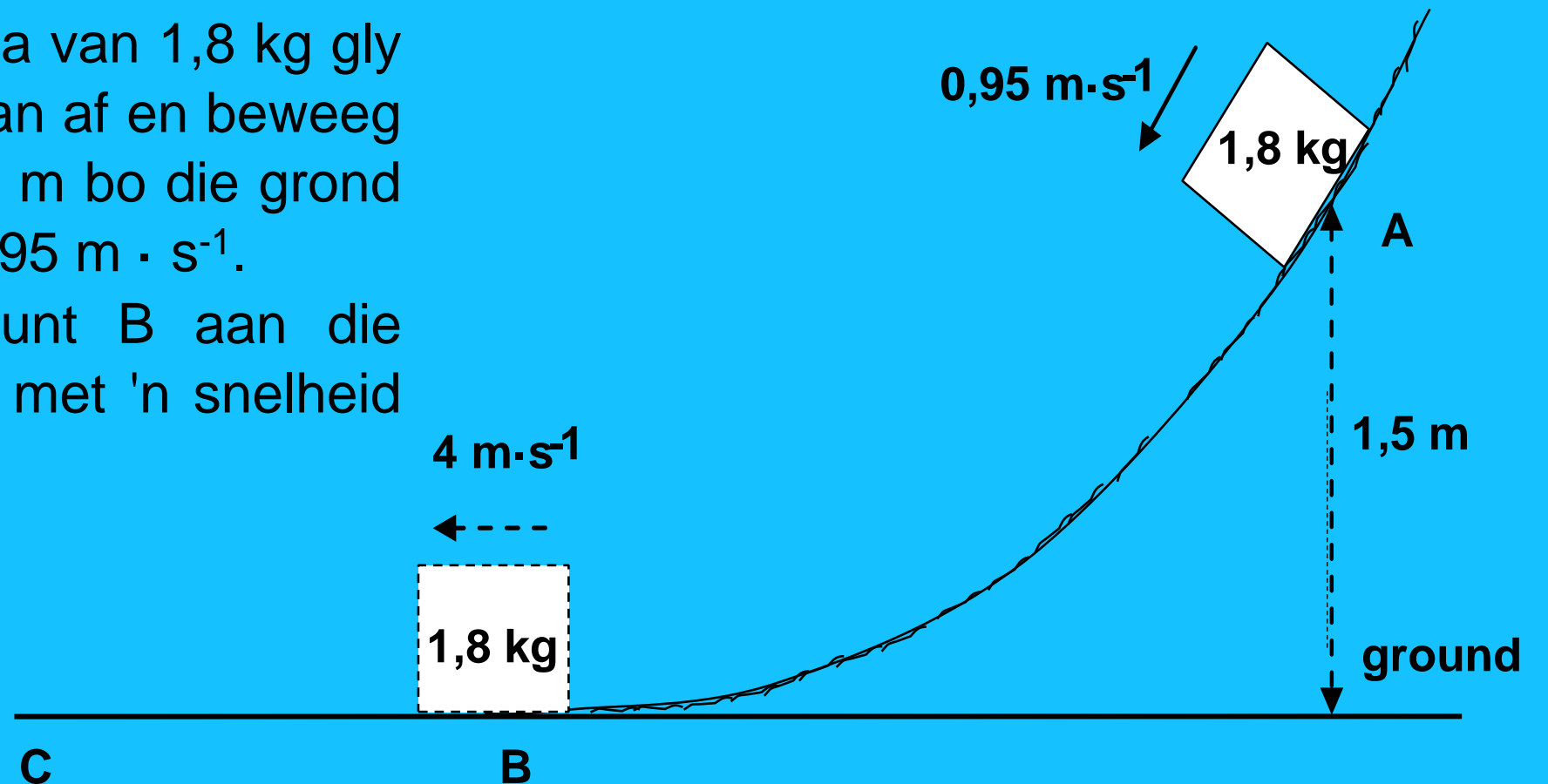
F_T = spanning (toegepaste krag, F_A)

Uitgewerkte Eksamenvraag

Vraestel 1, Oct/Nov 2019, V.5

'n Voorwerp met 'n massa van 1,8 kg gly teen 'n rowwe geboë baan af en beweeg verby by punt A, wat 1,5 m bo die grond is, met 'n snelheid van $0,95 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Die voorwerp bereik punt B aan die onderkant van die baan met 'n snelheid van $4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.



5.1 Definieer die term konserwatiewe krag. (2)

'n Konserwatiewe krag is 'n krag waarvoor die arbeid verrig word om 'n voorwerp tussen twee punte te skuif, onafhanklik is van die pad.

5.2 Noem die konserwatiewe krag wat op die voorwerp inwerk. (1)

Gravitasie

5.3 Word meganiese energie behou as die voorwerp van punt A na punt B gly? Kies slegs JA of NEE. Gee 'n rede vir die antwoord. (2)

NEE aangesien daar wrywing tussen die voorwerp en die baan is nie

5.4 Bereken die gravitasie potensiële energie van die voorwerp toe dit by punt A was. (3)

$$E_p = mgh = (1,8\text{kg}) \times (9,8 \text{ m/s}^2) \times (1,5\text{m}) = 26,46 \text{ J}$$

5.5 Gebruik die energiebeginsels en bereken die arbeid wat deur wrywing op die voorwerp verrig word as dit gly van punt A na punt B. (4)

① Konserwatiewe krag wat teenwoordig is, is GRAVITASIE en nie-konserwatief kragte is WRYWING en die NORMAAL KRAG

② Vrye-liggaamdiagram van beweging tussen A en B

③ F_N en F_{yg} verrig geen werk nie (loodreg met bewegingsrigting)
 F_f en F_{xg} verrig arbeid

④ $W_{net} = \Delta E_k$

$$W_f + W_g = E_{kf} - E_{ki}$$

$$W_f = (E_{kf} - E_{ki}) - W_g = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) - F_{xg} \Delta y \cos \theta$$

$$= \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) - mgh \cos(0)$$

⑤ $W_f = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) - mgh = \frac{1}{2}(1,8)(4^2 - 0,95^2) - 26,46 = -12,87$

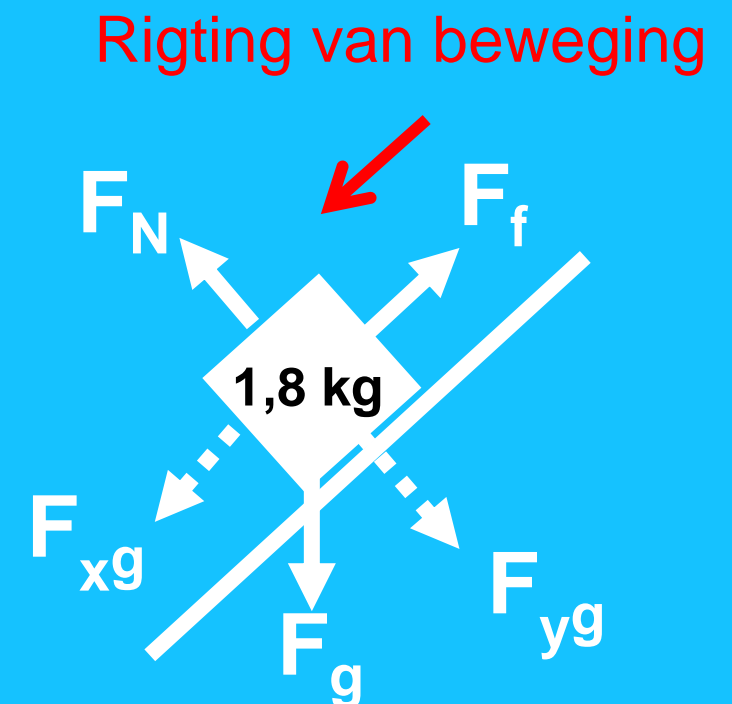
⑥ J

Oppervlakte BC in die diagram hierbo is wrywingloos

5.6 Wat is die waarde van die netto arbeid verrig op die voorwerp terwyl dit van punt B na punt C gly?

Geen netto krag werk op die voorwerp nie, daarom is Arbeid 0J

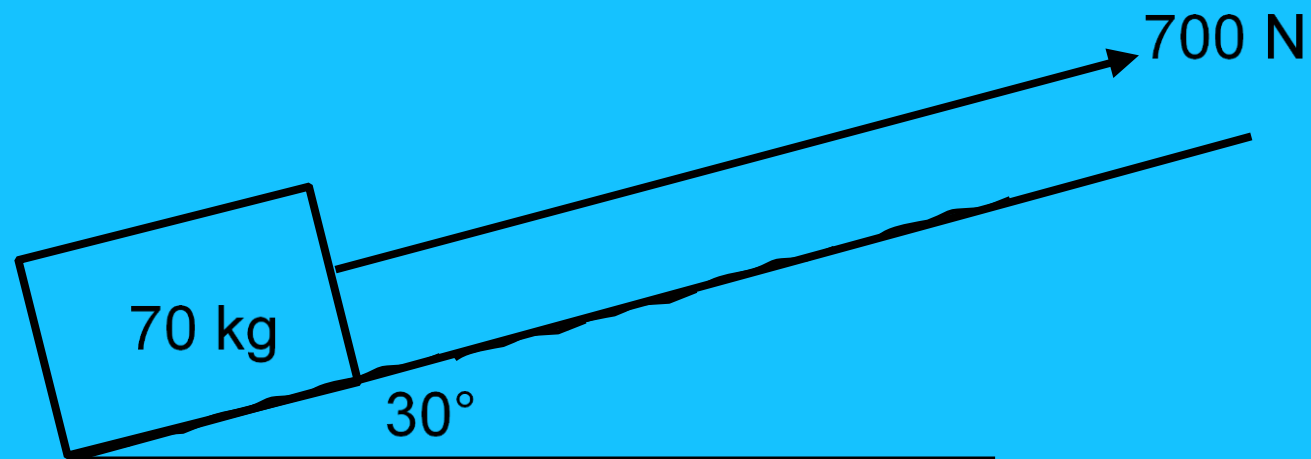
(1)



Vorige eksamen se vraag

Vraestel 1, May/June 2019, V.5

'n Kis van 70 kg is aanvanklik aan die onderkant van 'n Ruwe-oppervlak wat 'n hoek van 30° met die horisontaal maak. Soos in die diagram hieronder getoon, word die kis met die skuinsvlak opgetrek deur middel van 'n ligte, onrekbare tou wat parallel met die vlak gehou word,. Die krag wat op die tou toegepas word, is 700 N.

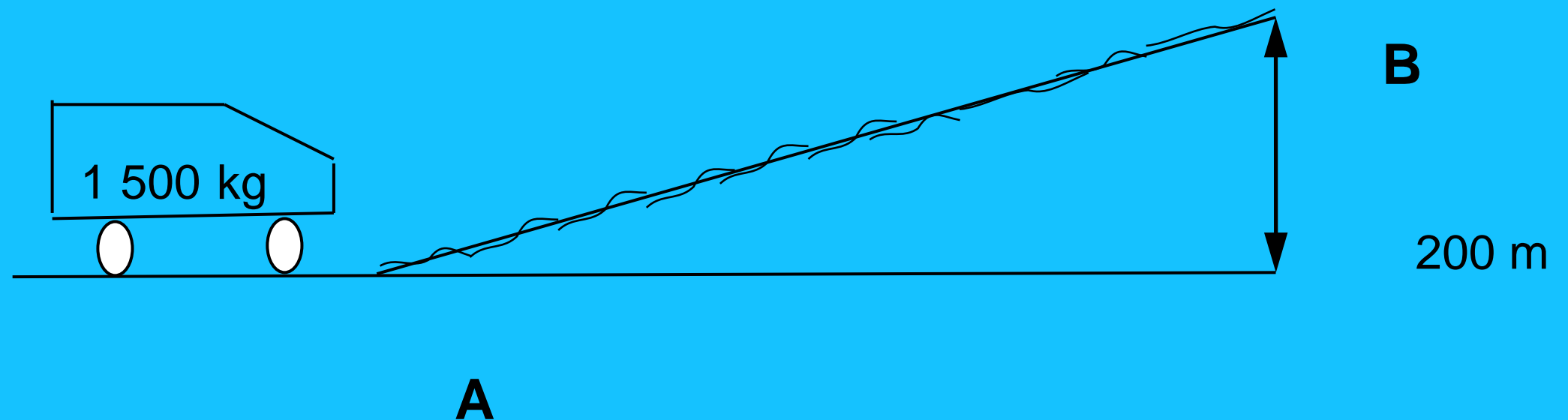


- 5.1 Wat is die naam van die krag in die tou? (1)
- 5.2 Gee 'n rede waarom die meganiese energie van die stelsel NIE konstant sal bly terwyl die kis teen die vlak opgetrek word nie. (1)
- Die kis word oor 'n afstand van 4 m langs die skuinsvlak opgetrek.
Die kinetiese wrywingskrag tussen die kis en die vlak is 178,22 N.
- 5.3 Teken 'n benoemde vryliggaamsdiagram vir die kis wanneer dit op beweeg. (4)
- 5.4 Bereken die arbeid verrig op die kis deur die wrywingskrag oor die 4 m. (3)
- 5.5 Gebruik energiebeginsels om die snelheid van die kis te bereken nadat dit 4 m beweeg het. (5)
- 5.6 As die kis 4 m teen die helling op is, breek die tou per ongeluk, wat veroorsaak dat die kis na die onderkant van die vlak teruggly.
- Wat is die totale arbeid wat deur wrywing verrig as die kis opwaarts beweeg en dan terug na die onderkant van die skuinvlak? (1)

Vorige eksamen se vraag

Vraestel 1, Oct/Nov 2018, V.5

Die onderstaande diagram, nie volgens skaal geteken nie, toon 'n voertuig met 'n massa van 1 500 kg wat begin beweeg vanuit rus by punt A aan die onderkant van 'n growwe helling. Punt B is 200 m vertikaal bokant die horisontaal.



Die totale arbeid verrig deur krag F wat die voertuig van punt A na punt B beweeg in 90s is $4,80 \times 10^6$ J.

5.1 Definieer die term nie-konserwatiewe krag. (2)

5.2 Is krag F 'n konserwatiewe krag? Kies uit: JA of NEE. (1)

Die spoed van die voertuig as dit by punt B kom, is $25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

5.3 Stel die werk-energie stelling in woorde. (2)

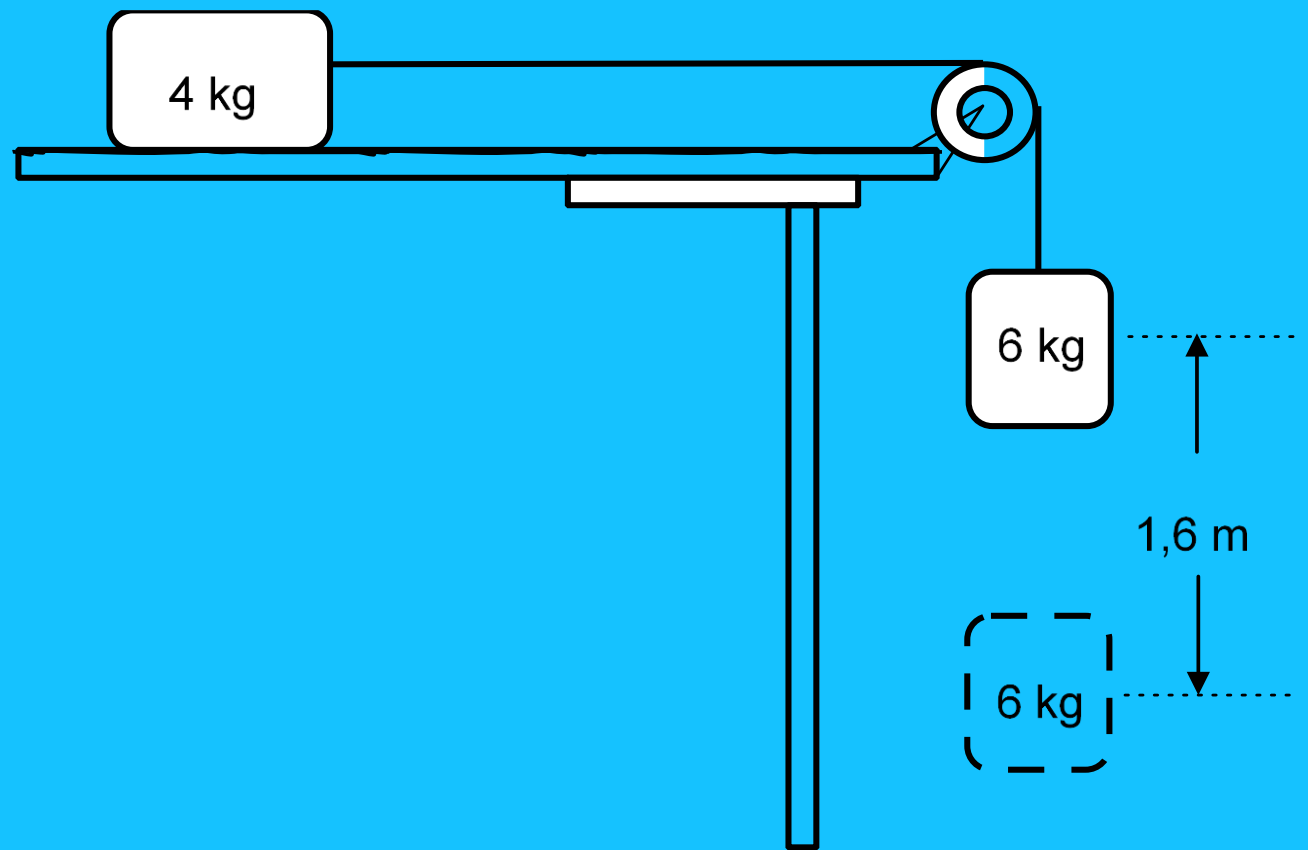
5.4 Gebruik energiebeginsels om die totale arbeid wat deur die wrywingskragte op die voertuig verrig is, te bereken. (5)

Vorige eksamen se vraag

Vraestel 1, Oct/Nov 2017, V.5

In die diagram is 'n blok van 4 kg, wat op 'n rowwe horisontale oppervlak lê, verbind aan 'n blok van 6 kg deur 'n ligte, onreklbare tou wat oor 'n ligte wrywinglose katrol beweeg.

Die blokke word aanvanklik in rus gehou GEHOU.



5.1 Stel die werk-energie beginsel in woorde. (2)

As die blokke losgelaat word, val die blok van 6 kg deur 'n vertikale afstand van 1,6 m.

5.2 Teken 'n benoemde vryliggaamsdiagram vir die blok van 6 kg. (2)

5.3 Bereken die arbeid verrig deur die gravitasiekrag op die blok van 6 kg. (3)

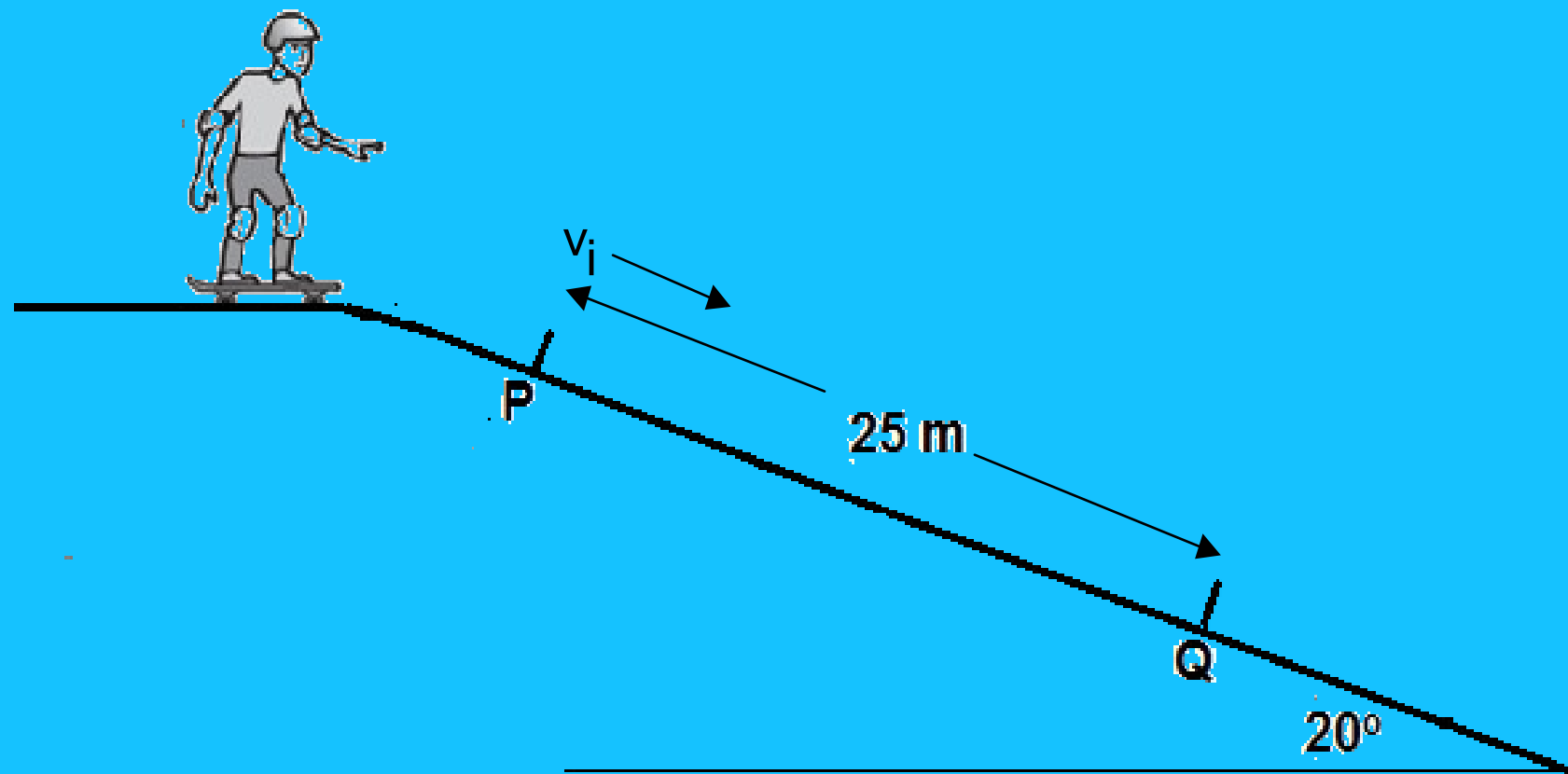
Die kinetiese wrywingskoëffisiënt tussen die blok van 4 kg en die horisontale oppervlak is 0,4. Ignoreer die gevolge van lugweerstand.

5.4 Gebruik energiebeginsels om die snelheid van die blok van 6 kg te bereken as dit deur 1,6 m val terwyl dit nog aan die blok van 4 kg verbind is. (5)

Vorige eksamen se vraag Vraestel 1, May/June. 2017, V.5

Die onderstaande diagram toon 'n seun op sy skaatsplank aan die bopunt van 'n oprit wat 20° met die horisontaal maak. 'n Konstante wrywingskrag van 50 N werk op die skaatsplank as dit van P na Q beweeg. Beskou die seun en die skaatsplank as 'n enkele eenheid met massa 60 kg .

Ignoreer die gevolge van lugwrywing.



5.1 Teken 'n benoemde vryliggaamsdiagram met AL die kragte wat op die seun-skaatsplank-eenheid inwerk terwyl hul vanaf punt P na Q teen vlak af beweeg. (3)

Die punte P en Q op die oprit is 25 m van mekaar af. Die skaatsplankryer beweeg verby punt P met 'n snelheid v_i en verby punt Q met 'n snelheid van $15\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Ignoreer draaieffekte as gevolg van die wioletjies van die skaatsplank.

5.2 Stel die arbeid-energie stelling in woorde. (2)

5.3 Gebruik energiebeginsels om die snelheid v_i van die skaatsplankryer by punt P te bereken. (5)