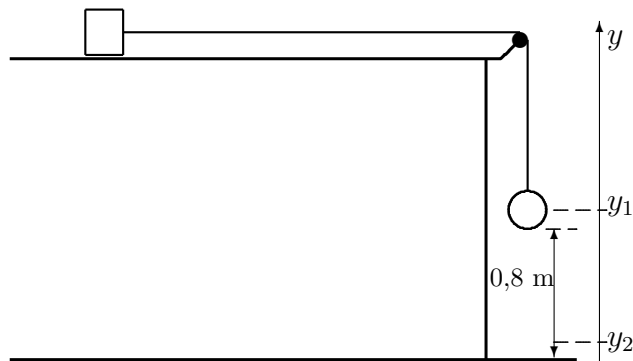


NAAM.....1<sup>ste</sup> j. bachelor biomedische wetenschappen  
VOORNAAM..... Academiejaar 2006-2007  
REEKSNUMMER.....

BIOFYSICA: Toets II.4. Arbeid en  
energie+++OPLOSSING+++

1. (5pt) Een blok met massa  $m_1 = 10$  kg kan over het vlak van een tafel schuiven en is met een touw verbonden met een bol met massa  $m_2 = 3$  kg. Dit touw kan zonder wrijving over een klein katrolletje schuiven zodat de bol verticaal kan bewegen. De wrijvingscoëfficiënt tussen blok en tafel is 0,2. Initieel houdt men de bol in rust op een hoogte van 0,8 m. Dan laat men de bol vallen. Bereken de snelheid van beide voorwerpen net voor de bol de grond raakt. Welke afstand legt het blok af vanaf het moment dat de bol de grond raakt ?



OPLOSSING

We moeten dit probleem opsplitsen in twee delen. In het eerste deel bewegen blok en bol samen, in het tweede deel beweegt enkel het blok (de bol speelt geen rol meer). **Voor beide deelproblemen wordt er gevraagd naar een verband tussen plaats en snelheid, daarom passen we het principe van arbeid en energie toe.**

**Deel 1.** We beschouwen blok en bol als systeem. Op het blok werken de zwaartekracht, de normale kracht, de wrijvingskracht en de spankracht in het touw, op de bol enkel de zwaartekracht en de spankracht. We kiezen als eerste toestand de toestand waarbij de bol op hoogte  $y_1$  hangt en als tweede toestand die waarbij de bol net de grond raakt (midden op hoogte  $y_2$ ). De arbeid van beide spankrachten samen is nul (op het blok is die arbeid positief, op de bol negatief, en ze hebben dezelfde grootte). De normale kracht levert geen arbeid. De verandering van kinetische en potentiële energie is gelijk aan de arbeid van alle krachten, en hier is de netto arbeid enkel de arbeid van de wrijvingskracht.

$$\frac{mv_2^2}{2} + E_{p2}^{zw} - \frac{mv_1^2}{2} - E_{p1}^{zw} = W_{12}(F_w)$$

Enkel de bol ondergaat een verandering van potentiële energie van de zwaartekracht  $E_{p2}^{zw} - E_{p1}^{zw} = m_{bol}g(y_2 - y_1)$ . Stellen we  $h = y_1 - y_2$ , dan is ( $v_1 = 0$  en de verplaatsing van bol en blok zijn gelijk)

$$\begin{aligned} \frac{(m_{blok} + m_{bol})v_2^2}{2} - m_{bol}gh &= -fm_{blok}gh \\ \frac{(m_{blok} + m_{bol})v_2^2}{2} &= (m_{bol} - fm_{blok})gh \end{aligned}$$

waaruit het antwoord op de eerste vraag volgt  $v_2 = 1,10$  m/s.

**Deel 2.** We beschouwen nu enkel het blok als systeem. Op dit blok werkt nu de zwaartekracht, de normale kracht, de wrijvingskracht (de spankracht is er niet meer, het touw is niet gespannen). Er is geen verandering van potentiële energie van de zwaartekracht en de arbeid van de normale kracht is nul. We kiezen als eerste toestand deze waarbij het blok snelheid  $v_2$  heeft en als tweede toestand die waarvoor het blok snelheid nul heeft (we duiden die aan met index (3)). De wet van arbeid en energie wordt

$$\frac{m_{blok}v_3^2}{2} - \frac{m_{blok}v_2^2}{2} = W_{23}(F_w)$$

nu is  $v_3 = 0$  en als we  $\Delta x$  de gevraagde verplaatsing noemen, dan is

$$-\frac{m_{blok}v_2^2}{2} = -fm_{blok}g\Delta x$$

of

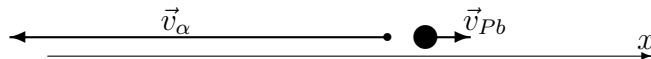
$$\Delta x = \frac{v_2^2}{2fg}$$

zodat  $\Delta x = 0,308$  m.

2. (2pt) In het proces van radioactief verval van uranium wordt in een bepaalde stap polonium ( $210m_u$ ) omgezet in lood ( $206m_u$ ) en een alfadeeltje ( $4m_u$ ). Neem aan dat een poloniumkern oorspronkelijk in rust is. Na de splitsing is de snelheid van het alfadeeltje  $10000$  m/s. Wat is de snelheid van de loodkern ?

#### OPLOSSING

Dit is het omgekeerde van een 'vangstreactie'. Hier spelen enkel inwendige krachten een rol en er is dus behoud van hoeveelheid beweging.  $\vec{p}_{na} = \vec{p}_{voor}$ . Daar  $\vec{p}_{voor}$  gelijk is aan nul, zal  $\vec{p}_{na} = m_\alpha \vec{v}_\alpha + m_{Pb} \vec{v}_{Pb} = 0$ . We kiezen een  $x$ -as volgens de bewegingsrichting van de loodkern.



Als  $v_\alpha$  en  $v_{Pb}$  de grootte van de snelheden van de reactieproducten zijn is

$$\begin{aligned} -m_\alpha v_\alpha + m_{Pb} v_{Pb} &= 0 \\ v_{Pb} &= \frac{m_\alpha v_\alpha}{m_{Pb}} = \frac{4}{206} v_\alpha = 194 \text{ m/s} \end{aligned}$$

3. (3pt) De kinetische energie van een proton verandert met  $2 \times 10^{-13}$  J als het zich verplaatst tussen twee punten A en B. Er werkt enkel een elektrische kracht op het proton. Hoe groot is het potentiaalverschil tussen A en B? Welk van beide punten heeft de hoogste potentiaal ?

#### OPLOSSING

Het potentiaalverschil kunnen we berekenen uit de verandering van potentiële energie ( $V_{BA} = \frac{\Delta E_p^{elek}}{q}$ ). Met de wet van behoud van energie vinden we:

$$\Delta E_k + \Delta E_p = 0 \Rightarrow \Delta E_p = -2 \cdot 10^{-13} \text{ J} = -1,25 \cdot 10^6 \text{ eV}$$

Omdat  $q = e$  is

$$V_B - V_A = \frac{-1,25 \cdot 10^6 \text{ eV}}{e} = -1,25 \cdot 10^6 \text{ V}$$

B heeft een lagere potentiaal. Dit kan ook als volgt ingezien worden: de snelheid van het proton neemt toe (positieve verandering van kinetische energie), de kracht moet dus van A naar B gericht zijn. Omdat de lading positief is, zal ook het elektrisch veld van A naar B gericht zijn en het elektrisch veld wijst in de richting van dalende potentiaal.