

Physik rund um den Billardtisch

Aufgabe 1

Textstelle des Zeitungsartikels	Physikalisches Thema
„gilt im Wesentlichen das Reflexionsgesetz“	Reflexion von Licht (es fehlt der Aspekt, dass einfallender/reflektierter Strahl und Einfallslot in einer Ebene liegen); Reflexion von Masseitteilchen (gilt nicht allgemein für Kugeln, da deren Drehimpuls berücksichtigt werden muss)
„erhält sie einen besonderen Dreh“	Drehimpuls, Rotationsenergie
„anschneiden, dass sie in einem Bogen rollt“	Magnuskraft
„dass sie oft gegen die Bande oder andere Kugeln prallt“	Stoßprozesse, Energie- und Impulserhaltungssatz
„Schon ein Mensch, der danebensteht, kann das Ergebnis durch seine Anziehungskraft beeinflussen.“	Gravitationsgesetz
„ob die Bande nachgibt“	inelastische Stöße
„wie schnell die Kugel auf dem Belag rollt“	Rollreibung

Aufgabe 2

a)

$$F = \gamma \frac{Mm}{r^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \cdot \frac{80 \text{ kg} \cdot 0,17 \text{ kg}}{1 \text{ m}^2} \approx 1 \cdot 10^{-9} \text{ N} = 1 \text{ nN}$$

mit: F Gravitationskraft,
 γ Gravitationskonstante ($\gamma = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$),
 M Masse der Person ($M \approx 80 \text{ kg}$),
 m Masse der Billardkugel ($m = 170 \text{ g}$),
 r Abstand Kugel–Mensch ($r = 1 \text{ m}$)

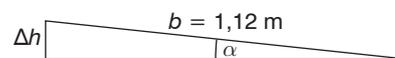
b)

$$m' = \frac{F}{g} \approx \frac{1 \text{ nN}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \approx 0,1 \mu\text{g}$$

mit: m' Masse, deren Gewichtskraft der abgeschätzten Gravitationskraft entspricht,
 F berechnete Gravitationskraft,
 g Erdbeschleunigung ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)

Die berechnete Masse ist 10-mal so groß wie die Masse eines einzigen Birkenpollenkorns; die Masse einer menschlichen Eizelle beträgt $4 \mu\text{g}$ und ist somit bereits 40-mal größer als die abgeschätzte Masse [3]!

c)
 Die untenstehende Skizze veranschaulicht die zu betrachtende Situation.



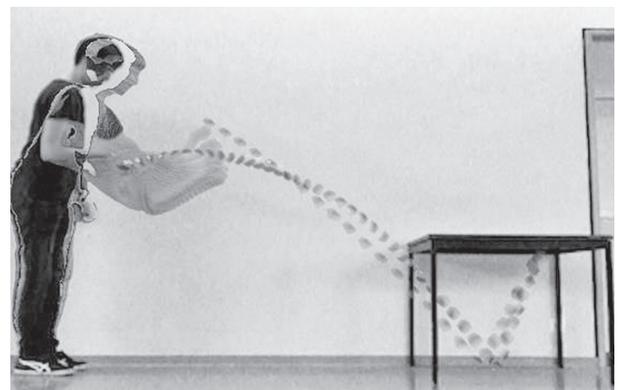
$$\Delta h = \sin(\alpha) \cdot b = \frac{F_H}{m \cdot g} \cdot b \approx \frac{1 \text{ nN}}{0,17 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \cdot 1,12 \text{ m} \approx 0,7 \text{ nm}$$

(F_H Hangabtriebskraft, $F_H = \sin(\alpha) \cdot m \cdot g$)

d)
 Der Billardtisch fällt zweifellos um ein Vielfaches von $0,7 \text{ nm}$ zur Seite hin ab, d. h., die auf die Kugel wirkende Hangabtriebskraft ist deutlich (!) höher als die zwischen Kugel und Mensch wirkende Gravitationskraft. Es ist nicht vorstellbar, dass letztere die Bahnkurve der Billardkugel merklich beeinflussen kann.

Extra

Unter Berücksichtigung des Reflexionsgesetzes, das in der Mechanik nur für Massepunkte gilt, müsste sich der Flummi nach der Reflexion an der unteren Tischplatte nach rechts bewegen; tatsächlich gelangt er jedoch zum Experimentator zurück (vgl. [4] und **Abb. 1**).



1 | Stroboskopaufnahme des geworfenen Springballs, erstellt mit der Software measure Dynamics