

Abgabe am 10. April 2017 in der Vorlesung

Aufgabe 7.1. Bindung von Enzym und Ligand

[+]

Im ersten Schritt der Glycolyse wird D-Glucose durch eine Hexakinase phosphoryliert. Die dabei auftretende Bindung von Glucose ($m_G = 180 \text{ Da}$) an die wesentlich grössere Hexakinase ($m_H = 100 \text{ kDa}$) kann als völlig unelastischer Stoss aufgefasst werden.

Ein Glucose-Molekül bewegt sich mit einer Geschwindigkeit $v_1 = 3.00 \text{ m s}^{-1}$ und trifft auf eine Hexakinase, die sich vor dem Stoss in dem von uns gewählten Bezugssystem nicht bewegt. In dieser Aufgabe werden Sie die Geschwindigkeit und den Impuls des Komplexes nach der Bindung berechnen.

- Welche Größenordnung erwarten sie für die Geschwindigkeit des Komplexes nach der Bindung?
- Benutzen Sie den Impulserhaltungssatz, um den Impuls und die Geschwindigkeit des Komplexes nach der Bindung zu berechnen.

Aufgabe 7.2. Stoss mit Wand

[++]

Am Beginn der Vorlesung haben wir diskutiert, wie wir ausgehend vom atomaren Aufbau der Materie Vorhersagen über makroskopisch messbare Größen machen können. Wir haben dabei z. B. qualitativ untersucht, wie Druck, Temperatur und Dichte von Gasen zusammenhängen. Ein Resultat unserer Überlegungen war, dass wir die Temperatur durch eine *Kompression* des Gases erhöhen können.

In dieser Aufgabe möchten wir diesen Prozess auf der Ebene von einzelnen Molekülen verstehen und nachvollziehen. Wir betrachten dafür ein einzelnes Wassermolekül ($m_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ Da}$), das sich entlang der x -Achse bewegt. Es hat anfangs eine Energie $E_1 = 2.1 \times 10^{-21} \text{ J} \approx 13 \text{ meV}$ und fliegt auf eine Wand zu, die sich mit der Geschwindigkeit $v_W = -1 \text{ m s}^{-1}$ nach links bewegt, siehe Abbildung 7.1.

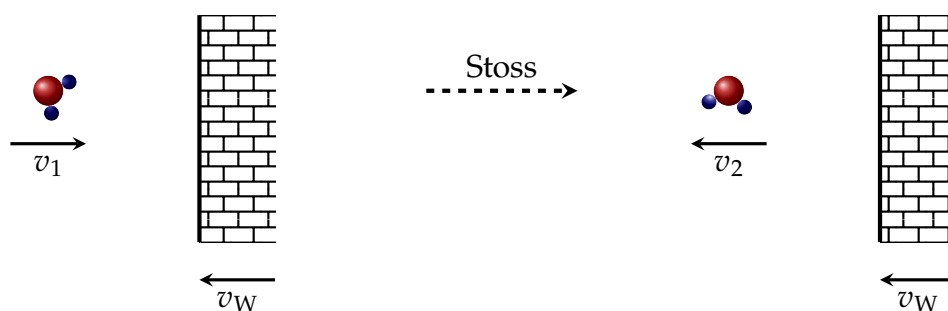


Abbildung 7.1: Ein Wassermolekül stösst mit einer bewegten Wand.

Wir möchten nun herausfinden, wie viel Energie bei dem Stoss mit der beweglichen Wand auf das Wassermolekül übertragen wird.

Hinweis. Wir nehmen zur Vereinfachung an, dass die Wand 'unendlich schwer' ist, also ' $m_W = \infty$ '.

- (a) Berechnen Sie die Geschwindigkeit v_1 des Wassermoleküls vor dem Stoss.
- (b) Unter der Annahme eines elastischen Stosses mit der Wand, berechnen Sie die Geschwindigkeit v_2 nach dem Stoss.

Hinweis. Sie können dazu die Resultate aus dem Skript mit $m_1 \equiv m_W \gg m_2 \equiv m_{H_2O}$ benutzen.

- (c) Welcher Impuls wurde übertragen? Wie lange hat der Stoss gedauert, wenn eine durchschnittliche Kraft von $F = 1 \times 10^{-8} \text{ N}$ wirkt?
- (d) Wie gross ist der Energieunterschied des Wassermoleküls?
- (e) Ist das Wassermolekül nun schneller oder langsamer? Erklären Sie qualitativ, wie dieser Prozess mit einer Temperaturänderung zusammenhängen könnte.

Aufgabe 7.3. Konzeptaufgabe Impulserhaltung

[++]

In Abbildung 7.2 sind zwei Moleküle der Massen 100 Da und 50 Da unmittelbar vor einem Stoss dargestellt. Die Teile (a) bis (g) des Bilds zeigen hypothetische Situationen nach dem Stoss. Die Pfeile stellen Geschwindigkeiten dar.

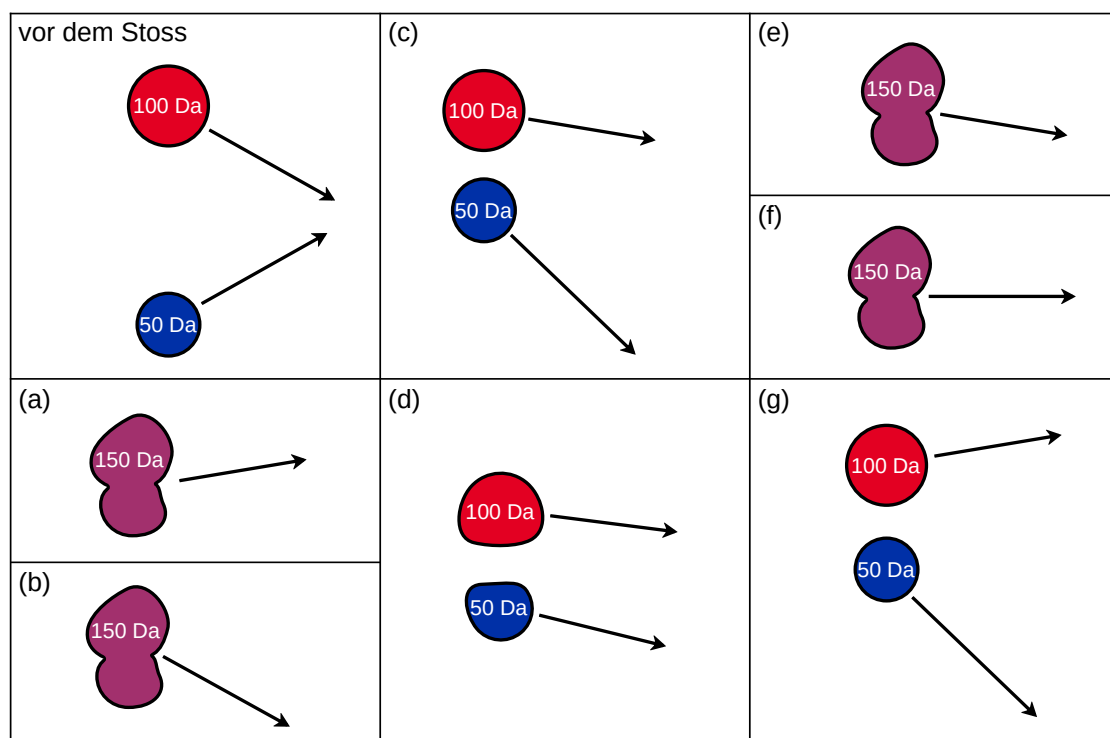


Abbildung 7.2: Zwei Körper vor einem Stoss, und hypothetische konfigurationen der Geschwindigkeiten (a) bis (g) nach dem Stoss, wovon nur einige physikalisch möglich sind. Die Pfeile stellen die Geschwindigkeiten der Körper dar.

- (a) Welche der Situationen (a) bis (g) sind möglich?

- (b) Welche davon entsprechen elastischen, inelastischen, maximal inelastischen Stößen?