

Physik I

30.11.2011, Blatt 5

- 29) Das Lennard-Jones-Potential wird näherungsweise zur Beschreibung der Wechselwirkung zweier neutraler ungeladener Atome verwendet:

$$U(x) = 4\epsilon \left[\left(\frac{\sigma}{x} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{x} \right)^6 \right]$$

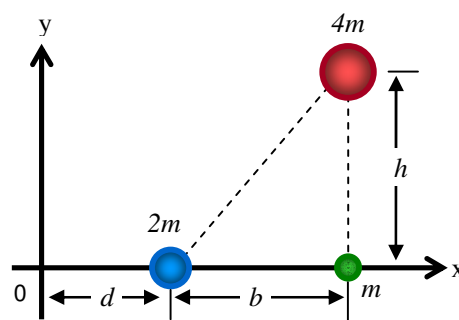
Hier beschreibt x den Abstand zwischen zwei Atomen. Die beiden Parameter σ und ϵ werden experimentell bestimmt. Typische Werte sind $\sigma = 0,263 \text{ nm}$ und $\epsilon = 1,51 \times 10^{-22} \text{ J}$.

- (a) Was ist der Gleichgewichtsabstand zwischen den beiden Atomen? Erstellen Sie ein Diagramm des Lennard-Jones-Potentials als Funktion von x !
- (b) Bestimmen Sie die Kraft $F(x)$, die ein Atom auf das andere bei einem Abstand x ausübt. Erstellen Sie ein Diagramm von $F(x)$ als Funktion von x !
- (c) Diskutieren Sie, ob das Verhalten von $F(x)$ bei $x \rightarrow \infty$ und bei $x \rightarrow 0$ physikalisch vernünftig ist. (Minimum bei 0.295 nm, Kräfte im Bereich pN)
- 30) Ein 1800 kg schweres Auto steht an einer roten Ampel. Es wird von hinten von einem 900 kg schweren Auto angefahren, die beiden Autos sind ineinander verkeilt. Der kleinere Wagen fuhr vor der Kollision 75 km/h. Welche Geschwindigkeit haben die beiden verschmolzenen Autos nach dem Auffahrunfall (Reibungskräfte sollen vernachlässigt werden)? (25 km/h) Was ist die Verformungsarbeit?
- 31) In einem Kernreaktor werden bei der Kernspaltung Neutronen produziert. Diese Neutronen bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von etwa 10^7 m/s . Diese Geschwindigkeit muß auf 10^3 m/s reduziert werden, damit die produzierten Neutronen an der nächsten Kernspaltung teilnehmen können. Die Geschwindigkeit wird reduziert, indem die Neutronen durch eine Bremssubstanz (Moderator) hindurchgeleitet werden. Dort erfahren die Neutronen viele elastische Stöße. Zeigen Sie, daß ein Neutron durch einen eindimensionalen zentralen Stoß mit leichten Kernen (wie die von schwerem Wasser bzw. D_2O oder Kohlenstoff bzw. Graphit) den Großteil seiner kinetischen Energie verlieren kann (In der Praxis wird die Effizienz des Moderators reduziert, da die Mehrheit der Stöße nicht eindimensional ist).
- (a) Der eindimensionale zentrale Stoß geschieht zwischen einem ruhenden Deuterium-Kern und einem schnellen Neutron. Wieviel Prozent seiner kinetischen Energie verliert das Neutron? Wieviele derartige Stöße müssen stattfinden, damit die Geschwindigkeit des Neutrons von 10^7 m/s auf 10^3 m/s fällt? (wenigstens 9)
- (b) Wieviel Prozent der Energie würde verloren gehen, wenn Graphit als Moderator verwendet wird, und ein eindimensionaler zentraler Stoß zwischen einem schnellen Neutron einem Kohlenstoffatom betrachtet wird?

- 32) In einem Crash-Test fährt ein 1500 kg schweres Auto gegen eine Wand. Die Anfangs- und Endgeschwindigkeit des Autos sind $v_i = -54 \text{ km/h}$ und $v_f = 9,36 \text{ km/h}$. Die Kollision dauert 0,15 s.
- (a) Bestimmen Sie die mittlere Kraft, die die Wand während der Kollision auf das Auto ausübt.
- (b) Wenn die während der Kollision wirkende Kraft eine Gewichtskraft wäre, welcher Masse entspräche sie? (17,9 t)
- 33) Ein kleiner Wagen ist 800 kg schwer. Der Hersteller gibt seine Energieeffizienz mit 18% an (d.h. 18% der Energie des Brennstoffs wird in Bewegungsenergie der Räder umgesetzt).
- (a) Wieviel Benzin ist nötig, um den Wagen aus dem Stand auf 100 km/h zu beschleunigen? Nutzen Sie die Tatsache, daß 1 l Benzin der Energie von $3,43 \times 10^7 \text{ J}$ entspricht. (ca. 50 ml)
- (b) Nehmen Sie an, der Wagen verbraucht 6,72 l pro 100 km bei einer Geschwindigkeit von 100 km/h. Berechnen Sie die Leistung, die verbraucht wird, und auch die Leistung, die die Räder bewegt! (letztere 64 kW)
- (c) Betrachten Sie einen Wagen mit der Masse m , der einen Hügel hochfährt. (Der Hügel wird als eine schiefe Ebene mit dem Winkel θ gegen die Horizontale beschrieben). Die Gesamtreibungskraft ist $F_{\text{Reibung}} = (218 + 0,7v^2) \text{ N}$, wobei v die Geschwindigkeit in m/s ist. Der erste Term beschreibt die Rollreibung, der zweite die Luftreibung. Bestimmen Sie die Leistung als Funktion der Geschwindigkeit und der Beschleunigung a , die notwendig ist, um den Wagen den Hügel hochzufahren.
- (d) Die Masse des Wagens in (c) sei 1450 kg, seine Geschwindigkeit 100 km/h, die Beschleunigung 1 m/s^2 , und $\theta = 10^\circ$. Berechnen Sie die notwendige Leistung, in kW und Pferdestärken (1 PS = 735,498 75 W). (<200kW) Welche Leistung wäre notwendig, wenn auf ebener Strecke nicht beschleunigt wird? Wie verändert sich die notwendige Leistung, wenn die Masse des Wagens reduziert wird?

- 34) Ein System besteht aus 3 Teilchen, die sich auf den Ecken eines rechtwinkligen Dreiecks befinden. Bestimmen Sie die Koordinaten des Schwerpunkts als Funktion von d , b , h und m ! Zeichnen Sie den Schwerpunkt in die Skizze rechts!

$$\begin{pmatrix} d + 5/7 \cdot b \\ 4/7 \cdot h \end{pmatrix}$$



- 35) Eine Rakete wird nach oben geschossen. Bei der Höhe von 1000 m und einer Geschwindigkeit von 300 m/s explodiert sie und zerfällt in drei gleich schwere Teile. Ein Fragment bewegt sich nach der Explosion weiterhin nach oben, aber jetzt mit der Geschwindigkeit von 450 m/s. Direkt nach der Explosion bewegt sich ein Fragment nach Osten, mit 240 m/s. Mit welcher Geschwindigkeit bewegt sich das dritte Fragment in welche Richtung? $\begin{pmatrix} -240 \\ 450 \end{pmatrix} \text{ m/s}$

- 36) Sie werden gebeten, ein dreieckiges Geschäftszeichen mit einem einzigen Draht aufzuhängen. Die Form des Geschäftszeichens ist rechts skizziert. Bei welchem Abstand zur rechten Ecke muß der Draht befestigt werden, damit die untere Kante parallel zur Erdoberfläche hängt?

