

4. Übungsblatt zur Experimentalphysik 1 (WS 16/17)

Energie und Leistung

Abgabe am 17./18.11.2016 in den Übungen

Name(n): _____ Gruppe: _____ Punkte: ___/___/___/___

4.1 Weltraumaufzug (10 Punkte)

Eine Form eines sog. Weltraumlifts (Skyhook-Satellit) ist ein langes Seil, das direkt über dem Erdboden am Äquator beginnt, dann rechtwinklig nach oben reicht und sich mit der drehenden Erde „geostationär“ mitbewegt. Ist das Seil kürzer als eine kritische Länge L , so fällt es aufgrund der Schwerkraft auf die Erde zurück, während die Schwerkraft nicht groß genug ist, um die nötige Zentripetalbeschleunigung aufzubringen, wenn es länger als L ist. Nehmen Sie an, dass das Seil frei über dem Erdboden hängt und konstante Massenbelegung hat. Vernachlässigen Sie Einflüsse durch die Erdatmosphäre (Wind, Regen etc.) und Gezeitenkräfte (Anziehungskräfte von Sonne, Mond etc.).

Berechnen Sie die Länge L des Seils, bei der sich der Skyhook-Satellit in stabiler Position über dem Erdboden befindet als Funktion des Erdradius r_E , der Erdbeschleunigung g und der Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation ω . Berechnen Sie den Zahlenwert für L und vergleichen Sie diesen Wert mit der Entfernung von der Erde zum Mond.

Hinweis: Betrachten Sie alle Kräfte, die auf ein infinitesimales Stück des Seils wirken. Berechnen Sie die gesamte auf das Seil wirkende *äußere* Kraft durch die Integration über die Seillänge.

4.2 Schiefe Ebene (10 Punkte)

Ein Wagen wird eine schiefe Ebene, die gegen die Horizontale um den Winkel α geneigt ist, auf die Höhe h hinaufgezogen.

- Der Wagen bewege sich reibungsfrei. Welche Arbeit muss geleistet werden, um den Wagen hinaufzuziehen? Hinweis: Der Wagen soll sehr langsam gezogen werden, so dass seine kinetische Energie zu vernachlässigen ist.
- Der effektive Reibungskoeffizient des gezogenen Wagens sei μ . Welche Arbeit muß nun geleistet werden, um den Wagen hinaufzuziehen?
- Sie konnten bei der Rechnung in a) und b) die kinetische Energie des Wagens explizit vernachlässigen. Ist das für die aufzuwendende Arbeit, um den Wagen auf die Höhe h zu ziehen, von Bedeutung? Diskutieren Sie den Fall, dass der effektive Reibungskoeffizient unabhängig von der Geschwindigkeit ist.

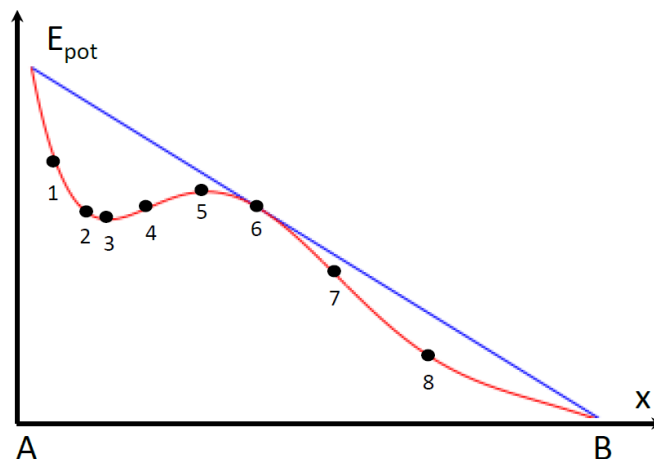
4.3 Autofahrt (10 Punkte)

Ein Auto einer Masse von 1.5 t habe eine Leistung von 110 PS, wobei ein PS näherungsweise der mittleren Leistung entspricht, die notwendig ist, um eine Masse von 75 kg innerhalb

einer Sekunde um 1m hoch zu heben (Die korrekte Definition benutzt die heute nicht mehr übliche Krafteinheit *Kilopond*).

- Berechnen Sie die Leistung des Autos in SI-Einheiten.
- Wie lange dauert es, um das Auto auf eine Geschwindigkeit von 100 km/h zu beschleunigen? Nehmen Sie dabei an, dass die gesamte Fahrzeuleistung zur Beschleunigung genutzt wird.
- Bestimmen Sie unter dieser Annahme die dabei auftretende Fahrzeugbeschleunigung als Funktion der Geschwindigkeit. Warum muss man bei einer tatsächlichen Beschleunigungsfahrt *sanft* anfahren, d.h. man darf zu Anfang nicht die gesamte Fahrzeuleistung zur Beschleunigung nutzen? Wie groß ist hingegen die Beschleunigung bei $v = 100 \text{ km/h}$?
- Wie groß ist der minimale Bremsweg des Autos bei dieser Geschwindigkeit, wenn der Haftreibungskoeffizient 0,95 beträgt und das Antiblockiersystem ein Blockieren der Räder verhindert?
- Wie skaliert der Bremsweg mit der Geschwindigkeit des Autos?

4.4 Diskussion eindimensionaler Kraftfelder (10 Punkte)



Die Skizze zeigt die potentielle Energie $E_{\text{pot}}(x)$ eines Körpers für zwei verschiedene eindimensionale Kraftfelder (blau und rot).

- Fertigen Sie eine Skizze für die auf den Körper wirkende Kraft $F(x)$ für die beiden verschiedenen Kraftfelder an. Zeichnen Sie für den roten Potentialverlauf die gekennzeichneten Punkte 1 bis 8 in das Kraftdiagramm ein. Gibt es Stellen, an denen ein ruhender Körper in Ruhe verbleiben würde? Sind das stabile, oder instabile Ruhelagen?
- Fertigen Sie ebenfalls eine Skizze der Geschwindigkeit $v(x)$ für einen Körper an, der die beiden Kraftfelder vom Punkt A aus „durchfällt“ ($v(A) = 0$).
- Entscheiden Sie mit dem qualitativen Ergebnis aus (b) in welchem der beiden Potentiale ein von A nach B „fallender“ Körper schneller ankommt? Begründen Sie Ihre Antwort.