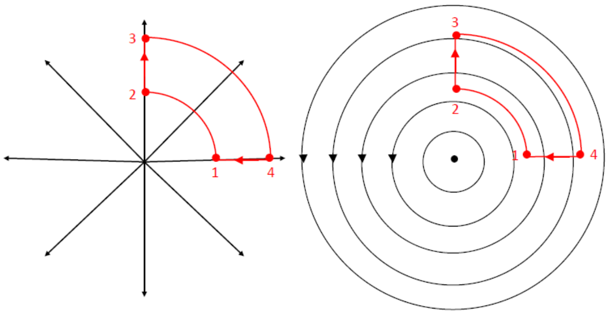
5. Übungsblatt zur Experimentalphysik 1 (WS 19/20)

Abgabe am 21./22.11.2019 in den Übungen

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

5.1 Arbeit in Kraftfeldern (10 Punkte)



(I+II) (III + IV)

Im Folgenden sind vier verschiedene zweidimensionale Kraftfelder gegeben ($a > 0$):

i) Radialfeld mit $\vec{F}(\vec{r}) = \frac{a}{r}\vec{e}_r$

ii) Radialfeld mit $\vec{F}(\vec{r}) = \frac{a}{r^2}\vec{e}_r$

iii) Zirkularfeld mit $\vec{F}(\vec{r}) = \frac{a}{r}\vec{e}_\phi$

iv) Zirkularfeld mit $\vec{F}(\vec{r}) = \frac{a}{r^2}\vec{e}_\phi$

Zur Veranschaulichung zeigt die obige Abbildung die Richtung der wirkenden Käfte für die Radial- und Zirkularfelder.

Innerhalb der Kraftfelder bewegt man sich jeweils auf dem gleichen geschlossenen Weg (1-2-3-4-1) bestehend aus zwei Viertelkreissegmenten (Radius r_1 für Segment 1-2 und Radius r_2 für Segment 3-4, $r_1 < r_2$) und zwei radialen Stücken.

a) Berechnen Sie die Arbeit, die man entlang des geschlossenen Weges für die vier verschiedenen Felder verrichten muss. Geben Sie bei der Berechnung der Gesamtarbeit die Arbeit für jede der Teilstrecken an. Geben Sie eine Begündung an, falls für eine Teilstrecke keine Arbeit verrichtet werden muss. Auf welcher der Teilstrecken muss tatsächlich Arbeit verrichtet werden ($W > 0$)?

b) Welche der Feldkonfigurationen stellt ein konservatives Kraftfeld dar?

5.2 Bungee–Jumping (10 Punkte)

Eine $m = 61\,\mathrm{kg}$ schwere Bungee-Springerin lässt sich von einer $45\,\mathrm{m}$ hohen Brücke fallen. An die Füße hat sie sich ein langes elastisches Bungee-Seil gebunden, das ungedehnt eine Länge von $L = 25\,\mathrm{m}$ besitzt und bei Anspannung dem Hookeschen Gesetz mit einer Federkonstanten $k = 160\,\mathrm{N/m}$ gehorcht. Betrachten Sie die Bungee-Springerin als eine punktförmige Masse und vernachlässigen Sie die Masse des Bungee-Seils sowie Reibungseffekte.

a) Welche Geschwindigkeit v_1 erreicht die Springerin in der Höhe, in der sich das Seil gerade zu spannen beginnt?

b) In welchem Abstand zur Brücke liegt der tiefste Punkt h_{min}, den die Springerin erreicht? Vergleichen Sie diese Tiefe mit derjenigen, die die Springerin erreichen würde, wenn sie statisch am Seil hängen würde.

c) Zeichnen Sie in ein Höhen-Energie-Diagramm qualitativ den Verlauf der Energien ein, die vom Absprung bis zum ersten Erreichen des tiefsten Punktes auftreten. Die funktionale Abhängigkeit von der Höhe und die Lage von Maxima/Minima sollte dabei erkennbar sein. Zeichnen Sie auch die Gesamtenergie ein.

d) Welche maximale Geschwindigkeit v_{max} erreicht die Springerin?

5.3 **Schwerpunkt** (10 Punkte)

Drei Massen $m_1 = 1\,\text{kg}$, $m_2 = 1\,\text{kg}$ und $m_3 = 4\,\text{kg}$ befinden sich in der xy-Ebene an den Orten $\vec{r_1} = (-a, -a)$, $\vec{r_2} = (-a, +a)$ und $\vec{r_3} = (+a, 0)$ mit $a = 1\,\text{m}$.

a) Fertigen Sie eine Skizze der Massenverteilung an und berechnen Sie den Ort $\vec{r_S}$ des Schwerpunkts.

b) An den Massen m_1, m_2 und m_3 greifen nun die Kräfte $\vec{F_1} = (0, -F)$, $\vec{F_2} = (0, +F)$ und $\vec{F_3} = (+F, 0)$ mit $F = 1\,\text{N}$ an. Berechnen Sie die Beschleunigung $\vec{a_S}$ des Schwerpunktes.

c) Wie ändert sich die Beschleunigung des Schwerpunkts, wenn statt der genannten Kräfte, die Kräfte $\vec{F_1} = (+F, 0)$, $\vec{F_2} = (0, +F)$ und $\vec{F_3} = (0, -F)$ auf die drei Massen wirken? Gilt Ihre Antwort auch für die Bewegung der einzelnen Massen?

d) Geben Sie die Beschleunigung des Schwerpunkts an, wenn zusätzlich zu den in (c) betrachteten Kräfte, die Kräfte $\vec{F_{ij}} = -k\Delta\vec{r_{ij}}$ mit $\Delta\vec{r_{ij}} = \vec{r_i} - \vec{r_j}$ und der Federkonstante $k = 2$ N/m zwischen den Massen wirken.

5.4 **Explosion eines Körpers** (10 Punkte)

Aufgrund einer Explosion zerbricht ein ursprünglich ruhender Körper in zwei Teile. Ein Teil nimmt doppelt soviel kinetische Energie an wie der andere.

a) Welches Verhältnis haben die beiden Massen zueinander?

b) Die Geschwindigkeit des schweren Teils ist gegeben durch $\vec{v_1} = (1\ \text{ms}^{-1}, 1\ \text{ms}^{-1}, 0)$. Wie sieht der Geschwindigkeitsvektor des leichten Teils aus?

c) Statt wie ursprünglich zu ruhen, fliege der Körper vor der Explosion mit der Geschwindigkeit $\vec{v_K} = (3\ \text{ms}^{-1}, 0, 0)$. Die Massen der Bruchstücke seien die gleichen wie für den ruhenden Körper. Nach der Explosion betrage die Geschwindigkeit des schweren Teils im Schwerpunktsystem weiterhin $\vec{v_1} = (1\ \text{ms}^{-1}, 1\ \text{ms}^{-1}, 0)$. Geben Sie die Geschwindigkeiten des schweren und leichten Bruchstücks im Laborsystem an, und berechnen Sie daraus die Geschwindigkeit des Schwerpunktes nach der Explosion.

d) Skizzieren Sie für die beiden diskutierten Szenarien die Geschwindigkeitsvektoren der beiden Teile nach der Explosion, wie sie ein Beobachter im Laborsystem wahrnimmt.