

Name: _____ Lerngruppe: _____ Gruppe: _____

| 1 | 2 | 3 | Σ (20) |
|---|---|---|---------------|
| | | | |

Aufgabe 2.1 Trajektorien (1) (10 Punkte)

Gegeben sei ein Fadenpendel der Länge l mit einem Massepunkt m ; das Pendel schwingt mit Schwingungsfrequenz ω und Maximalauslenkung ϑ_{\max} . Gehen Sie davon aus, dass ϑ_{\max} klein ist und Sie die Kleinwinkelnäherung verwenden können. Nutzen Sie Ihr Wissen aus der Vorlesung und angegebene Konstanten wie ω , um die Bewegungsbahnen zu notieren. Sie müssen dazu die Bewegungsgleichungen nicht lösen, um die Form der Bewegungsbahnen oder die Abhängigkeiten von z.B. ω nachzuweisen.

- (a) Skizzieren Sie das Pendel. Wählen Sie ein passendes Koordinatensystem.

Geben Sie die Bahnkurve $\vec{r}(t)$ des Massepunktes für folgende Situationen an; :

- (b) Beobachter und Aufhängung seien relativ zueinander in Ruhe;
 (c) der Beobachter bewege sich mit Geschwindigkeit \vec{v} ;
 (d) der Beobachter sei in Ruhe, das Pendel jedoch am Dach eines vorbeifahrenden Busses befestigt.

Nun betrachten wir den Fall, dass der Massepunkt am Seil hängend eine gleichförmige Kreisbewegung in der Horizontalen mit Radius R und Kreisfrequenz ω ausführt.

- (e) Fertigen Sie eine Skizze, inklusive eines geeigneten Koordinatensystems, an. Geben Sie die Bahnkurve des Massepunktes an, wenn Beobachter und Aufhängung relativ zueinander in Ruhe sind.
 (f) Fertigen Sie eine Skizze mit allen Kräften an, die auf die Masse m wirken und schreiben Sie die Gesamtkräfte vektoriell auf.
 (g) Geben Sie die Bahnkurve des Massepunktes an, wenn der Beobachter sich in einem Aufzug mit Geschwindigkeit $v_z \hat{e}_z$ bewege.

Aufgabe 2.2 Koordinatensysteme (5 Punkte)

In dieser Aufgabe transformieren wir einige Bahnkurven in andere Koordinatensysteme / Darstellungen.

- (a) Gegeben $\begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} \cos(\omega t) \\ \sin(\omega t) \\ 0 \end{pmatrix}$, wandeln Sie die Trajektorie in Zylinderkoordinaten um.

- (b) Gegeben $\begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \end{pmatrix} = a \omega t \begin{pmatrix} \cos(\omega t) \\ \sin(\omega t) \end{pmatrix}$, wandeln Sie die Trajektorie in ebene Polarkoordinaten um.

- (c) Gegeben $\begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_x t \\ v_y t - \frac{1}{2} g t^2 \end{pmatrix}$, finden Sie $y(x)$.

- (d) Gegeben $\begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} \sin(\varphi) \cos(\vartheta) \\ \sin(\varphi) \sin(\vartheta) \\ \cos(\varphi) \end{pmatrix}$, $\varphi = \alpha t$, $\vartheta = \omega t$: notieren Sie diese Bewegung in Kugelkoordinaten (r, ϑ, φ) .

Skizzieren Sie jeweils die Trajektorien.

Aufgabe 2.3 Python - Beschleunigte Bewegung (5 Punkte)

Laden Sie die Datei `ha2.ipynb` aus der StudIP Veranstaltung herunter und in Ihr Verzeichnis. Bearbeiten Sie die Aufgaben, die dort beschrieben sind, und führen Sie die Datei aus. Kommentieren Sie Ihren Code angemessen (auch dafür werden Punkte vergeben)! Um diese Aufgabe abzugeben, laden Sie Ihr Notebook in StudIP als separate Datei zusätzlich zu Ihren eingescannten handschriftlichen Lösungen der anderen Aufgaben hoch.

Diskussion 2.4 Freier Fall (1)

Ein Massepunkt m werde im Schwerefeld der Erde mit einer Beschleunigung von g zur Zeit $t = 0$ aus dem Ursprung fallengelassen.

- (a) Welche Kraft $\vec{F}(t)$ wirkt auf den Körper?
- (b) Stellen Sie die Bewegungsgleichung auf.
- (c) Zeigen Sie, dass die aus der Vorlesung bekannte Lösung für den freien Fall diese Gleichung löst.

Diskussion 2.5 Freier Fall (2)

Während Sie in einem gleichförmig bewegten Aufzug nach oben fahren, lassen Sie einen Probekörper der Masse m aus einer Höhe h fallen. Welche der folgenden Aussagen ist korrekt? Begründen Sie Ihre Aussage!

- (a) Der Körper fällt aus Ihrer Sicht mit einer höheren Geschwindigkeit zu Boden, als wenn der Aufzug still stünde.
- (b) Der Körper erreicht den Fußboden schneller, als wenn der Aufzug still stünde.
- (c) Eine außenstehende Beobachterin misst eine geringere Geschwindigkeit für den fallenden Körper als Sie.

Kurz vor dem oberen Stockwerk bremse der Fahrstuhl mit der Beschleunigung $a < 0$ ab. Nehmen Sie an, dass der Probekörper in diesem Moment schon fällt.

- (d) Welche Kräfte wirken auf den Probekörper – aus Ihrer Sicht und aus der einer externen Beobachterin?
- (e) Kann der Massepunkt aus Sicht des Fahrstuhlsystems kurzzeitig die gleiche Höhe behalten und scheinbar schweben? Warum nicht, bzw. unter welchen Bedingungen?

Diskussion 2.6 Dimensionsanalyse

Mit welcher Geschwindigkeit v umkreist ein punktförmiger Satellit auf einer Kreisbahn die Erde?

Nutzen Sie eine Dimensionsanalyse.

- (a) Geben Sie vier mögliche Größen an, von denen die Geschwindigkeit abhängen kann.
- (b) Notieren Sie zu jeder Größe die SI-Basiseinheit.

- (c) Finden Sie eine Kombination (durch Multiplizieren der Größen in verschiedenen Potenzen), um die Dimension einer Geschwindigkeit zu erhalten.

Hinweis: Von wessen Masse hängt die Geschwindigkeit nicht ab, und warum?

- (d) Die ISS umkreist die Erde mit einer Umlaufzeit von etwa 90 Minuten in einer Höhe etwa 400 Kilometer über Grund. Geben Sie eine zeitabhängige Trajektorie $\vec{r}(t)$ in kartesischen sowie in Polarkoordinaten an.

Hinweis: Nehmen Sie vereinfachend an, dass sich die ISS direkt über dem Äquator befindet; die wahre Bahnkurve ist allerdings wesentlich komplizierter.