

Teil I – Wissen

Kurze Antworten sind in diesem Klausurteil völlig ausreichend!

I.1– Welche SI-Einheit hat eine neue Definition bekommen (nicht nur einen neuen Zahlenwert), die im Mai 2019 in Kraft tritt? [1]

I.2– Welche Bewegung vollzieht ein kräftefreier Körper (bzw. Massepunkt)? [1]

I.3– Geben Sie zwei der möglichen mathematischen Formulierungen dafür an, wann ein Kräftefeld $\vec{F}(\vec{r})$ konservativ ist. [2]

I.4– Welche Erhaltungsgrößen gibt es in einem System von wechselwirkenden Massenpunkten, die keinen äußeren Kräften unterliegen? [1]

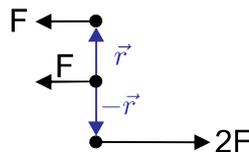
I.5– Welche Scheinkräfte gibt es, und in welchen Arten von Bezugssystemen? [1]

I.6– Wie lauten die Kepler'schen Gesetze? [2]

Teil II – Verständnis, Abschätzungen, einfache Rechnungen

II.1– Sie bewegen sich in unmittelbarer Nähe des Äquators mit der Geschwindigkeit \vec{v} . In welche Himmelsrichtung zeigt \vec{v} , damit der Betrag der Coriolis-Kraft maximal bzw. minimal wird. Begründen sie ihre Antwort. [2]

II.2– Betrachten Sie das abgebildete System aus 3 Massenpunkten gleicher Masse, die den eingezeichneten Kräften unterliegen. Wo befindet sich der Schwerpunkt des Systems? Wird dieser beschleunigt? Ist der Drehimpuls bezüglich des Schwerpunktes konstant? [2]



II.3– Welche der folgenden Kraftfelder sind konservativ, welche sind Zentralkraftfelder? A und R sind Konstanten, und $r = |\vec{r}|$. Begründen sie ihre Antwort. [3]

a) $\vec{F}(\vec{r}) = A(\hat{e}_x + \hat{e}_y)$

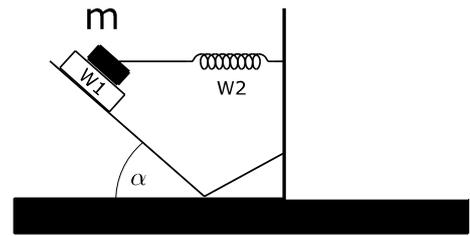
b) $\vec{F}(\vec{r}) = -A \sin\left(\frac{R}{r}\right) \hat{e}_r$

c) $\vec{F}(\vec{r}) = -Axy\hat{e}_x$

II.4 –

[3]

Der Körper mit Masse m ist in Ruhe. Zeichnen sie alle relevanten Kräfte ein und stellen Sie die Gleichungen auf, aus denen man die Anzeigen der Waagen W1 und W2 errechnen kann.



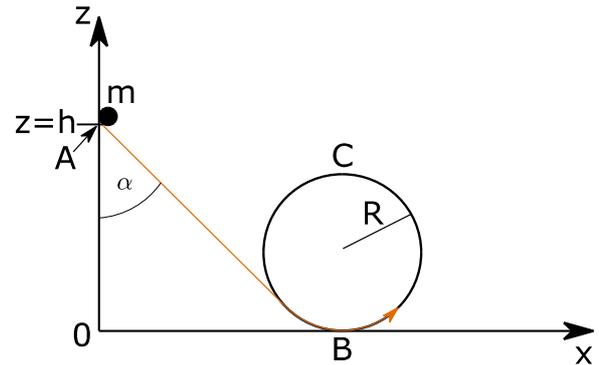
Teil III – Können

Hinweis: Der Rechenweg und die richtige Formel geben auch Punkte, selbst wenn das Zahlenergebnis fehlt oder falsch ist.

III.1 –

[9]

Betrachten Sie die abgebildete reibungsfreie Looping-Bahn. Ein Massenpunkt der Masse m startet vom Punkt A (in der Höhe h) mit Geschwindigkeit $v_A = 0$.



- Wie groß sind Geschwindigkeit und Beschleunigung auf dem ersten geraden Teil der Bahn als Funktion der Zeit t ?
- Wie groß sind kinetische und potentielle Energie in den Punkten A, B und C? (Tipp: Für die potentielle Energie ist $z = 0$ ein geeigneter Referenzpunkt.)
- Wie groß ist die Geschwindigkeit in den Punkten B und C?
- Welche Kräfte führen zur Beschleunigung in den Punkten B und C, und wie groß sind sie? (Tipp: Dort bewegt sich der Körper mit den in c) berechneten Geschwindigkeiten auf einer Kreisbahn mit Radius R .
Achtung: Halten Sie sorgfältig physikalische Kräfte und Scheinkräfte auseinander)
- Wie groß muss das Verhältnis h/R mindestens sein, damit der Körper in C nicht herunterfällt? Wie groß ist dann die Geschwindigkeit im Punkt C?

Teil IV – Mathematische Ergänzungen

IV.1 –

[9]

- Leiten Sie eine Gleichung für das Volumen einer Kugelschale mit Dicke d und Radius R her. (Tipp: benutzen Sie sphärische Koordinaten und schreiben Sie das Volumen als Integral).
- Geben Sie eine Vereinfachung für den Fall $d \ll R$ an. (Diese Aufgabe können Sie auch unabhängig von der vorherigen lösen, ausgehend von der bekannten Formel für die Größe der Kugeloberfläche.)
- Bestimmen Sie den Geschwindigkeitsvektor $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt}(x, y, z)$ in Kugelkoordinaten.
- Berechnen Sie $\hat{e}_x \times \hat{e}_x, \hat{e}_x \times \hat{e}_y, \hat{e}_x \times \hat{e}_z$.
- Berechnen Sie:

$$\int_0^{\pi/6} \cos(3x) + \frac{2}{3-4x} dx$$