

Note: 1,3

Hier eine Liste der Fragen und teilweise die (nach meinem besten Wissen, keine Garantie!) richtige Antwort, die Herr Drees hören wollte.

MECHANIK

Was sind denn die Newtonschen Axiome?

Zum 1. Axiom dazusagen, dass es nicht in allen Systemen gilt, aber solche existieren und Inertialsysteme heißen (Existenz wird postuliert,). Es folgt, dass Kräfte die Ursache der Bewegungsänderung sind.

Wie wechselt man denn von einem Inertialsystem ins andere?

Galileitrafo, zur Rotation wollte er noch wissen, was das denn für eine Matrix sein muss und was so besonders an denen ist, bzw. was sie invariant lassen (Matrix aus $SO(3)$, $\det=1$, Transponierte = Inverse).

Und die anderen Axiome?

2. Axiom besagt, dass Kräfte Impulsänderungen sind. Er wollte wissen, was man mit der Gleichung anfangen kann („Welche nicht-trivialen Aussagen ergeben sich daraus?“). Dazu soll man sagen, dass eine Standardmasse und eine Standardkraft definiert werden können und mit deren Hilfe aus der Standardmasse alle Kräfte und aus der Standardkraft alle Massen bestimmt werden können. Also Vorhersagen, ohne dass man nachmessen müsste (das schien ihm recht wichtig zu sein, er hat mehrmals nachgefragt).

Aus dem 3. Axiom („Actio = Reactio“) möchte er den Impulssatz gefolgert haben ($dP/dt=F_{ext}$). Diese Gleichung sollte ich explizit nachrechnen und bei der Doppelsumme genau angeben, warum sich die F_{ij} und F_{ji} gegenseitig aufheben und wie man dafür die Doppelsumme am geschicktesten aufspaltet.

Aufstellen der Bewegungsgleichung für 2 Massenpunkte m_1 und m_2 , verbunden mit einer Feder der Ruhelänge L_0 , kräftefrei im Raum.

Wähle am besten den Lagrangeformalismus, Kartesische Koordinaten und behandle das Problem 3-Dimensional (Ortsvektoren x_1, x_2). Also Aufstellen von T und V, Definition von L. Im Potenzial muss der Vektorabstand im Betrag stehen und davon die Länge der Feder in Ruhelage abgezogen werden.

Wie kommt man denn jetzt auf die Bewegungsgleichungen?

Lagrange-Gleichungen anschreiben (für n Masseteilchen), direkt mit Q_{\sim} auf der rechten Seite. Dann die q_i, \dot{q}_i und Q_{\sim} erklären.

Wie viele Euler-Lagrange-Gleichungen (ELGs) ergeben sich für das System?

6, nämlich 3 pro Massepunkt (also 1 für jede Koordinate)

Welche Erhaltungsgrößen gibt es in diesem System?

Gesamt-Energie, weil System vollständig durch L-Fkt beschrieben (also $Q \sim = 0$), keine zeitabhängigen Zwangsbedingungen.

Gesamtimpuls wegen Invarianz unter Translation in alle Richtungen (Potential hängt nur vom Abstand der beiden Massen ab, nicht vom Ort, Kinetische Energie sowieso nur von der Geschwindigkeit)

Drehimpuls wegen Rotationsinvarianz in alle Richtungen

Wie viele Erhaltungsgrößen haben wir also?

7! (Drehimpuls und Gesamtimpuls 3 dimensional)

Wie viele Freiheitsgrade?

6. Hier ist mir erst klar geworden, dass # Freiheitsgrade = # ELGs (Die Freiheitsgrade sind übrigens: 3 für Translation des Schwerpunktes, 2 für Rotationen, 1 für Auslenkung)

Also mehr Erhaltungsgrößen als Freiheitsgrade. Ist das schlimm?

NEIN! Ein einzelnes, freies Teilchen hat ja auch nur 3 Freiheitsgrade, aber Impuls und Energie sind erhalten (ob ein punktförmiges Teilchen einen Drehimpuls haben kann, haben wir noch nicht ganz klären können)!

Wie kann man denn nun die Erhaltungsgrößen explizit nutzen?

Eliminieren von ELGs. Dazu führe Schwerpunkt ein, dann gilt $P=M$ reduziert * X Schwerpunkt). Aus Impulserhaltung ($P^\circ = 0$) folgt, dass $X^{\circ\circ}$ schw. = 0, also Schwerpunktbewegung gradlinig gleichförmig (Newton 1).

Weitere Vereinfachung, denn wegen der Drehimpulserhaltung findet Bewegung in einer Ebene statt (sonst müsste sich der Drehimpuls ständig ändern).

Wie ändert sich denn die L-Fkt., wenn die Feder in der Ebene rotiert?

Die Fliehkraft nach außen dehnt die Feder, die Länge L_0 wird also größer.

(Bin mir nicht sicher, ob die Energieerhaltung genutzt werden konnte. Übrig bleiben jetzt wohl 2 oder 3 gekoppelte ELGs, die recht kompliziert zu lösen sind).

Wie sieht denn jetzt die Hamiltonfunktion aus?

Definition von H , dann kann man direkt $H=T+V$ setzen (ruhende Koordinaten, $\dot{Q} = 0$, keine zeitabhängigen Zwangsbedingungen). Kann auch explizit nachgerechnet werden.

Wie lauten denn jetzt die Bewegungsgleichungen?

Hamiltongleichungen aufschreiben (mit \dot{Q}) und erklären.

Wie viele sind das jetzt?

Doppelt so viele wie ELGs, da diese DGLs 2. Ordnung sind, die Hamiltongl. aber doppelt so viele 1. Ordnung.

Tipp: Da ich mir bei $\frac{\partial H}{\partial q_i} = -P_i + \dot{Q}$ nicht mehr wegen dem Vorzeichen sicher ist, meinte Herr Drees, ich solle dies doch einfach für das gegebene Problem nachrechnen. Da gilt dann $\frac{\partial H}{\partial x_i} = -\text{grad } V(x_i) = -F_i$, also ist die Kraft negativ, somit auch $-P_i$!!! So erhält man wieder Newton aus Hamilton.

Was ist denn dieses P_i ?

Kanonisch konjugierter Impuls (Definition anschreiben), Zusammenhang zum verallgemeinerten Impuls herstellen (beide sind genau dann gleich, wenn $\frac{\partial V}{\partial q} = 0$!)

E-STATIK

Definition der Coulombkraft angeben.

Wie kommt man von dort ausgehend auf ein elektrisches Feld?

$E = F / q$, dadurch Eliminierung der Abhängigkeit von einer Probeladung.

Wie sieht das E-Feld im Leiter aus?

Induziertes Feld kompensiert äußeres Feld => Leiter feldfrei im Inneren.

Wie sieht das E-Feld aus, wenn man ein Dielektrikum hineinsetzt?

Ausrichtung der Dipole schwächt äußeres Feld ab.

Was passiert mit der Coulombkraft, wenn die Ladungen q_1 und q_2 im Dielektrikum sitzen?

Die Dielektrizitätskonstante des Vakuums ϵ_0 muss mit der Dielektrizitätskonstante des Mediums ϵ_r multipliziert werden. Da ϵ_r immer ≥ 1 ist, wird die Kraft kleiner (ϵ_r Wasser liegt bei rund 80)

Was geschieht denn mit der Kapazität eines Plattenkondensators, wenn man ein Dielektrikum dazwischen setzt?

Definiere erst $C=Q/V$. Die Kapazität wird größer.

Die Prüfung war insgesamt sehr fair und recht entspannt. Wir haben uns recht lange bei Newton aufgehalten, so dass ich rein zeitlich viele gut gelernte Beweise gar nicht mehr zeigen konnte. Hat aber vermutlich nicht geschadet, immer mal wieder anzudeuten, dass man das jetzt noch beweisen könnte. Vom geprüften Stoff hat es sich wirklich ausgezahlt, ganz nah an der Vorlesung zu arbeiten und wirklich alles einmal verstanden zu haben.

Herr Drees hat mit seinen Tipps recht gut weiterhelfen können, wenn man mal nicht direkt wusste, worauf er hinaus möchte. Gerade, wenn man stockt, sollte man ein bisschen auf seine Körpersprache achten, man könnte zum Beispiel sehen, dass er einem das Blatt unauffällig zuschiebt, auf das man schon die Lösung zur gesuchten Frage geschrieben hat. Immer, wenn er sich vorgebeugt hat um zu schauen, was ich aufs Blatt geschrieben habe, konnte ich direkt davon ausgehen, dass irgendwo ein Vektorpfeil oder Index fehlt. Macht er wahrscheinlich auch, wenn man gerade etwas völlig falsches anschreibt. Es lohnt sich also, auf seine Reaktion zu achten.

Ich hoffe, dieses Protokoll kann dem ein oder anderen bei seiner Prüfungsvorbereitung weiterhelfen. Übrigends war es bei uns so, dass er alle Leute an einem Tag größtenteils die gleichen Sachen gefragt hat, also sollte man die Prüflinge, welche vor einem selbst Prüfung haben, kurz zu den Themen befragen. Allerdings geht Herr Drees auch gut auf das ein, was man erzählt, also bestimmt man den Gesprächsverlauf zu einem Großteil selbst.