

Physics for scientists and engineers serway jewett 10th edition

by serway and jewett · Language: DE

Summary by booksummaryai.com — <https://booksummaryai.com/country/de/physics-for-scientists-and-engineers-serway-jewett-10th-edition-zusammenfassung>

Summary

In 60 Sekunden

Serway und Jewett lehren Physik als wiederholbares Handwerk, nicht als Formelberg. Jedes Kapitel baut einen kleinen Satz von Analysemodellen auf – Teilchen mit konstanter Beschleunigung, isoliertes System, dünne Linse – und eine Vier-Schritte-Strategie: Konzeptualisieren, Kategorisieren, Analysieren, Finalisieren. Der Ertrag: grundverschiedene Aufgaben, von einem Düsenflugzeug, das von einem Fangseil gebremst wird, bis zu einer Kugel, deren Geschwindigkeit mit einem hölzernen Pendel gemessen wird, knacken alle mit denselben wenigen Werkzeugen. Am Ende fühlen sich Energie, Impuls, Felder und selbst Einsteins Postulate wie eine einzige zusammenhängende Maschine an.

Warum es sich lohnt

Das ist der Standard-Zweisesemester-Text der Universitätsphysik für Ingenieurs- und Naturwissenschaftsstudiengänge, und er verdient diesen Status. Wer Aufgaben wirklich lösen will – in Klausuren, im Labor, in der Ingenieursarbeit – statt Gleichungen zu bewundern, für den ist sein modellbasierter Ansatz die übertragbarste Methode, die im Druck existiert. Er belohnt Leser mit etwas Algebra und Trigonometrie; Analysis taucht auf, wird aber parallel mitentwickelt. Alle, die sich für MCAT, FE oder einen ersten Physikkurs selbst vorbereiten, bekommen ihr Geld wert.

Die Kernideen

Eine Strategie, vier Schritte, jede Aufgabe

Ein Düsenjäger knallt auf das Deck eines Flugzeugträgers und wird 2,0 Sekunden nach dem Aufsetzen mit 63 m/s von einem Fangseil gebremst. Die Strategie des Buches: Die Szene konzeptualisieren, sie kategorisieren — ein Teilchen mit konstanter Beschleunigung — mit der richtigen Gleichung analysieren und abschließend prüfen, ob $-31,5 \text{ m/s}^2$ und ein Bremsweg von 63 Metern Sinn ergeben. Ein Stein, der von der Spitze eines 50,0 Meter hohen Gebäudes mit 20,0 m/s hinabgeworfen wird, landet nach 1,79 s mit 37,6 m/s.

Das Buch behandelt Problemlösen als Verfahren, das man üben kann. Statt jede neue Aufgabe mit einem auswendig gelernten Beispiel abzugleichen, ordnest du die Situation einem kleinen

Katalog von Analysemodellen zu — konstante Geschwindigkeit, konstante Beschleunigung, Gleichgewicht —, jedes mit seinem eigenen Vorrat an Gleichungen. Wenige Modelle decken fast die gesamte Mechanik ab.

Probier es aus: Nimm diese Woche eine Aufgabe aus einem beliebigen Kapitel und schreibe die vier Wörter — Konzeptualisieren, Kategorisieren, Analysieren, Finalisieren — wörtlich als Überschriften auf, bevor du sie löst.

Ein Düsenjäger, ein Stein und die Disziplin des freien Falls

Ein Düsenjäger greift das Fangseil bei 63 m/s und hat 2,0 Sekunden, um auf null zu kommen — das Seil erzwingt $-31,5 \text{ m/s}^2$, und der Bremsweg beträgt 63 m. Ein Stein wird mit 20,0 m/s von der Spitze eines 50,0 Meter hohen Gebäudes nach unten geworfen; die Schwerkraft und dieser anfängliche Stoß wirken zusammen, sodass der Stein nach 1,79 s mit 37,6 m/s auf dem Boden aufschlägt. Zwei Szenen, ein Modell: konstante Beschleunigung.

In der Kinematik zeigt sich zum ersten Mal die Modellgewohnheit des Buches. Der freie Fall ist einfach eine konstante Beschleunigung mit festem Wert, also gehorchen ein geworfener Stein und ein bremsender Düsenjäger derselben Mathematik mit anderen Buchstaben. Die Vorzeichenkonventionen und die Plausibilitätsprüfung sind genauso wichtig wie die Algebra — eine negative Beschleunigung bedeutet hier nicht „langsamer werden“, sondern eine Richtung.

Probier es aus: Schätze deinen eigenen Reaktions- und Bremsweg bei Autobahngeschwindigkeit mit $v^2 = 2a\Delta x$ und vergleiche ihn mit der Länge eines typischen Häuserblocks.

Alles fällt gleich — auch seitwärts

Ein Projektil verlässt eine 100 Meter hohe Klippe horizontal mit 30,0 m/s. Der Fall dauert 4,52 s, die Reichweite beträgt 135 m, und es schlägt mit einer vertikalen Komponente von $-44,3 \text{ m/s}$ ein. Unterdessen hängt eine 122 kg schwere Ampel an zwei Seilen, deren Spannungen $1,04 \times 10^3 \text{ N}$ und $6,00 \times 10^2 \text{ N}$ betragen. Newtons erstes Gesetz: Ohne resultierende äußere Kraft bleibt in einem Inertialsystem Ruhe Ruhe, und konstante Geschwindigkeit bleibt konstante Geschwindigkeit.

Die Unabhängigkeit von horizontaler und vertikaler Bewegung wird am Klippenbeispiel gezeigt: Die horizontale Geschwindigkeit berührt den vertikalen Fall nie. Das Gleichgewicht überträgt die Idee auf Dinge, die stillstehen. Das erste Gesetz, formuliert für Inertialsysteme, macht die Wahl des Bezugssystems zum Teil der Physik.

Probier es aus: Lass einen Stift vom Tisch fallen, während du im selben Augenblick einen zweiten Stift seitlich schnippst; horche, ob sie zusammen aufkommen.

Der Looping und der Preis, auf der Bahn zu bleiben

Ein Block rutscht eine reibungsfreie Bahn hinab in einen vertikalen Looping mit Radius R . Gefragt ist die minimale Höhe h , die ihn oben auf der Bahn hält. Die Energieerhaltung liefert $h = 2,5R$. Der

Arbeits-Energie-Satz: Wenn an einem System Arbeit verrichtet wird und die Geschwindigkeit die einzige Änderung ist, entspricht die Nettoarbeit der Änderung der kinetischen Energie.

Energiemethoden lassen dich direkt vom Anfang zum Ende springen. Die Antwort $2,5R$ — fünf Halbe des Loopingradius — ist die Art von Ergebnis, die hängen bleibt.

Probier es aus: Lass eine Kugel eine Lineal-Rampe hinabrollen in einen Kreislooping aus einem biegsamen Streifen; finde durch Ausprobieren die Starthöhe, bei der sie den Looping gerade so schafft.

Eine Kugel mit einem hölzernen Pendel fangen

Eine 5,00 Gramm schwere Kugel wird in einen 1,00 kg schweren Holzblock geschossen, der als Pendel hängt; das Paar schwingt 5,00 cm hoch, und die ursprüngliche Geschwindigkeit der Kugel ergibt sich zu 199 m/s. Ein 0,15 kg schwerer Baseball kommt mit 40 m/s an und verlässt das Feld mit 50 m/s in die andere Richtung, also beträgt der übertragene Impuls $13,5 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$. Das ballistische Pendel: erst der Stoß, dann die Schwingung.

Das zweistufige Pendel zeigt, wann welches Erhaltungssatz gilt. Impuls, $I = \Delta p$: Eine über Zeit ausgeübte Kraft ändert den Impuls, und das Baseballbeispiel zeigt, dass du ihn allein aus Geschwindigkeiten berechnen kannst.

Probier es aus: Schätze den Impuls eines Fußballschusses, indem du die Geschwindigkeitsänderung des Balls mit einem Zeitlupenvideo auf dem Handy misst und seine Masse vom Etikett nimmst.

Drehende Eiskläufer und die Erhaltung, die alles übersteht

Ein homogener Stab der Länge L und Masse M rotiert um sein Zentrum; sein Trägheitsmoment beträgt $(1/12)ML^2$. Wenn das resultierende äußere Drehmoment auf ein System null ist, bleibt sein Gesamtdrehimpuls konstant.

Die Drehimpulserhaltung ist in der Mechanik die Aussage 'keine äußere Einwirkung, keine Änderung'. Das Stabbeispiel zeigt, dass das Trägheitsmoment von der Achse abhängt. I ist das rotationale Analogon zur Masse.

Probier es aus: Setz dich in einen Bürostuhl, halte ein schweres Buch auf Armeslänge, versetze dich in eine langsame Drehung, zieh dann das Buch an deine Brust und spür die Beschleunigung.

Ein Träger, ein Kabel und die Arithmetik des Stillstehens

Ein 8,00 Meter langer homogener horizontaler Träger mit einem Gewicht von 200 N ist an einer Wand angelenkt und wird von einem Kabel an seinem äußeren Ende gehalten, wobei das Kabel den Träger unter $30,0^\circ$ trifft. Eine 600-N-Last hängt von genau diesem äußeren Ende. Die Kabelspannung ergibt sich zu $1,40 \times 10^3 \text{ N}$; der Bolzen liefert $1,21 \times 10^3 \text{ N}$ horizontal und null vertikal.

Statisches Gleichgewicht: nichts bewegt sich, und doch ist das Problem vollständig bestimmt. Kräfte und Drehmomente heben sich auf.

Probier es aus: Für ein Regal oder Schild an deiner Wand: Skizziere den Kabelwinkel und schätze die Spannung ab, indem du sie mit dem Gewicht der Last vergleichst.

Die Erde wiegen, mit dem Mond als Waage

Newtons Gravitationsgesetz, $F = Gm_1m_2/r^2$, mit $G = 6,674 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$. Der Mond umrundet die Erde alle 27,3 Tage ($2,36 \times 10^6 \text{ s}$) in einer mittleren Entfernung von $3,84 \times 10^8 \text{ m}$. Die Erdmasse ergibt sich: $5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$.

Physik als Messung per Stellvertreter: Du fasst die Erde nie an, und doch ergibt sich ihre Masse allein daraus, etwas auf seiner Umlaufbahn zu beobachten.

Probier es aus: Berechne die Erdmasse selbst mit dem Taschenrechner aus Umlaufzeit und Entfernung des Mondes; gleiche dein Ergebnis mit $5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$ ab.

Von Pendeln zu Saiten: die Musik der wiederholten Bewegung

Die Periode eines einfachen Pendels der Länge L ist $T = 2\pi(L/g)$ — bei kleinen Winkeln geht die Masse des Pendelkörpers nie in die Formel ein. Eine an beiden Enden fixierte Saite der Länge L hat Resonanzfrequenzen $f_n = n(v/2L)$; die niedrigste, $v/2L$, ist die Grundfrequenz, und jede höhere ist ein ganzzahliges Vielfaches. Die Temperaturskala: $T_C = T - 273,15$, wobei der Tripelpunkt des Wassers auf exakt $273,16 \text{ K}$ festgelegt ist.

Manche Eigenschaften von Bewegung sind universell, nicht materiell. Resonanz — Systeme reagieren nur bei besonderen Frequenzen stark — kehrt später in Schaltkreisen und der Quantenmechanik wieder.

Probier es aus: Miss die Zeit von zehn Schwingungen eines Pendels aus Schnur und Unterlegscheibe bei zwei verschiedenen Längen; prüfe, dass eine Vervierfachung der Länge die Periode verdoppelt.

Wärme, Motoren und der Pfeil, den die Natur nicht umkehrt

Der erste Hauptsatz: $\Delta E_{\text{int}} = Q + W$, wobei zugeführte Wärme und am System verrichtete Arbeit positiv sind. Eine Carnot-Maschine zwischen einem heißen Reservoir T_h und einem kalten Reservoir T_c hat den maximalen theoretischen Wirkungsgrad $e_C = 1 - (T_c/T_h)$, mit Temperaturen in Kelvin.

Der Wirkungsgrad hängt nur von den beiden Reservoirtemperaturen ab. Die Kelvin-Anforderung: Setz Celsius ein, und die Formel liefert falsche Ergebnisse.

Probier es aus: Berechne den Carnot-Wirkungsgrad für ein Kraftwerk mit Dampf bei 600 K , das Wärme an 300 K Umgebung abgibt, und überlege, warum echte Kraftwerke daran scheitern.

Felder, die du nicht siehst, Gesetze, denen du vertraust

Das Coulombsche Gesetz, $F = k_e |q_1| |q_2| / r^2$ mit $k_e = 8,9876 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$, liefert die Kraft zwischen zwei Punktladungen. Das Gaußsche Gesetz: $E \cdot dA = q_{\text{in}} / \epsilon_0$, mit $\epsilon_0 = 8,8542 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2$. In einem homogenen Feld ist die Potenzialdifferenz $\Delta V = -Ed$ in Feldrichtung.

Ein Feld lässt sich auf drei Arten beschreiben: über Kraft, dann über Fluss, dann über Potenzial — jede Art erleichtert bestimmte Probleme.

Probier es aus: Schätze das elektrische Feld zwischen zwei parallelen Platten im Abstand von 5 mm ab, die an eine 9-V-Batterie angeschlossen sind, mit $\Delta V = -Ed$.

Kirchhoffs Bilanz und das Magnetfeld um einen Draht

Kirchhoffs Maschenregel: Die Summe der Potenzialdifferenzen um jede geschlossene Masche muss null sein. Ein langer gerader Draht mit Strom I erzeugt ein Feld $B = \mu_0 I / (2\pi r)$, mit $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m}/\text{A}$. Das Faradaysche Gesetz: $\epsilon = -d\Phi_B / dt$ — ein sich ändernder magnetischer Fluss induziert eine elektromotorische Kraft.

Schaltkreise und Magnetismus sind durch das Faradaysche Gesetz verbunden. Die Drahtformel zeigt Felder, die wie $1/r$ schwächer werden.

Probier es aus: Streu Eisenfeilspäne auf Papier über einem stromführenden Draht (Niederspannung, kurzer Kontakt) und fotografiere das kreisförmige Muster.

Licht verhält sich: Reflexion, Linsen und die Konstante, die Newtons Welt zerbrach

Elektromagnetische Wellen breiten sich mit $c = 1/(\mu_0 \epsilon_0) = 2,99792 \times 10^8 \text{ m/s}$ aus — der Lichtgeschwindigkeit, berechnet aus zwei Labor-Konstanten. Reflexion folgt $\theta_1' = \theta_1$, und dünne Linsen fokussieren über $1/p + 1/q = 1/f$. Einsteins zweites Postulat: Die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ist $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$ in allen Inertialsystemen, unabhängig von der Geschwindigkeit des Beobachters oder der Quelle.

Maxwells Konstanten sagen die Lichtgeschwindigkeit voraus, und Einsteins Postulat besagt, dass jeder Beobachter denselben Wert misst. Strahlenoptik mit ihren Winkel- und Linsengleichungen funktioniert, bis du fragst, was Licht eigentlich ist.

Probier es aus: Steh nachts an einer Straße und beobachte, wie Scheinwerfer herannahen; erinnere dich daran, dass ihr Licht dich laut Einstein mit exakt c erreicht, egal wie schnell das Auto fährt.

Die besten Zitate

- "Wirkt auf ein System keine äußere Kraft, so bleibt – betrachtet von einem Inertialsystem aus – ein ruhender Körper in Ruhe, und ein bewegter Körper setzt seine Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit fort." - Newtons erstes Gesetz, wie es im Text formuliert ist
- "Wenn an einem System Arbeit verrichtet wird und die einzige Änderung des Systems in seiner Geschwindigkeit besteht, so ist die am System verrichtete Gesamtarbeit gleich der Änderung

seiner kinetischen Energie." - der Arbeits-kinetische-Energie-Satz

- "Ist das von außen auf ein System wirkende Gesamtdrehmoment null, so bleibt der Gesamtdrehimpuls des Systems konstant." - das Modell des isolierten Systems für den Drehimpuls

- "Die Summe der Potentialdifferenzen über alle Elemente entlang jeder geschlossenen Masche eines Stromkreises muss null sein." - Kirchhoffsche Maschenregel

Kritik

Die Gründlichkeit des Buchs ist zugleich sein Gewicht: Mit weit über tausend Seiten kann es Anfänger in Notation versenken, bevor die Intuition kommt. Manche Herleitungen stützen sich auf Ergebnisse, die ohne vollständigen Beweis behauptet werden, und moderne Themen – Relativität, frühe Quantenideen – kommen spät und knapp daher verglichen mit dem Mechanik-Kern. Der Modellrahmen wirkt, so mächtig er ist, mechanisch, wenn man ihn zu starr befolgt, und Studierende wenden ihn manchmal als Checkliste an statt als Denkweise. Auch die Aufgabenschwierigkeit springt zwischen den Stufen heftig, was Selbstlerner ohne Lehrkraft zur Kalibrierung frustriert.

In einem Satz

Beherrsche einen kleinen Satz physikalischer Modelle und eine Vier-Schritte-Denkweise, und alles – vom bremsenden Düsenjet bis zur Masse der Erde – wird zur selben lösbaren Aufgabe.

Für wen sich das Buch eignet

Studierende der Ingenieur- und Naturwissenschaften in einer analysisbasierten Universitätsphysik, dazu Selbstlerner, die sich auf MCAT, FE-Prüfung oder einen ersten anspruchsvollen Physikkurs vorbereiten. Auch ideal für Lehrkräfte, die einen modellbasierten Rahmen suchen, um ihren eigenen Unterricht zu strukturieren.