

受力图与牛顿第二定律

第 01 讲教师教案 IPC 主线 45 分钟

本讲以一个研究对象的一维受力为核心。学生用真实外力、正方向和合力方程解释加速度；诊断、迁移题和退出题用于检查独立作答情况。SPC 双物体任务安排在课外。

学习成果与先修

学生能指定研究对象，只画作用于它的外力；用带正负号的合力求加速度；区分运动方向与加速度方向；指出第三定律力对分别作用于谁。先修为质量与重力、匀速与加速度、简单代数和正负方向。

本讲采用 $g = 10 \text{ N kg}^{-1}$ ，重力统一记为 $G = mg$ 。学生需要题纸、笔和计算器；教师另备 2022 IPC 原卷第 4 页供课后使用。课堂自编题共 20 分，仅作形成性记录；SPC 另 6 分，官方课后题另 1 分。

课堂安排

时段	分钟	活动与可检查产出
0–5	5	Q1 独立诊断，保留原始答案。
5–10	5	针对诊断纠偏，建立对象、外力图、正方向、方程、解释的步骤。
10–18	8	W1 示范：先让学生画图，再写合力方程和结论。
18–32	14	Q2、Q3 独立迁移，各约 7 分钟。教师只观察并记录。
32–39	7	反馈并订正，要求用不同颜色改一处，说明错因。
39–44	5	Q4 退出题独立完成，不看解答或前页。
44–45	1	收退出题，明确课后 IPC 题号及 SPC 选做。

合计 45 分钟。诊断若需多花时间，反馈集中处理最常见的两类错误；Q3 未完成的订正留课后，保留退出题的独立作答时间。

教师取材

哈立德第 10 版 Extended：5-1 印刷 94–101 页 / PDF 120–127；5-2 印刷 102–105 / PDF 128–131；5-3 印刷 106–113 / PDF 132–139。重点复核印刷 98 页的研究对象与合力、107 页图 5-11 的第三定律力对。

不把第 5 章整章塞入本讲。斜面、滑轮、摩擦系数、终端速度和圆周运动后置；本讲摩擦方向和大小均由题干给出。

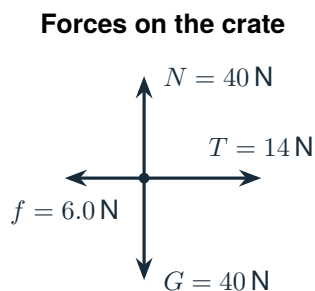
示范与课堂追问

诊断的处理

Q1(a) 若学生说“向右运动需要向右合力”，请他指出速度是否在改变，再联系加速度和合力。Q1(b) 要学生分别说出每个力的施力物和受力物；两力都作用于书，便不是第三定律的一对。

W1 的板书与问答

先遮住解答，只读题：4.0 kg 箱子向右滑动，水平拉力 14 N 向右，摩擦力 6.0 N 向左，竖直加速度为零。依次问：画谁？谁在对它施力？哪个方向取正？



箭头为示意，不按数值比例绘制；圆点表示所选研究对象。

$$\text{竖直: } N - G = 0, \quad N = G = mg = 40\text{ N}.$$

$$\text{水平: } 14 - 6.0 = 4.0a, \quad a = 2.0\text{ m s}^{-2}, \text{ 向右}.$$

支持力等于重力的依据是本题竖直加速度为零，而且竖直方向只有这两个力；不能把 $N = G = mg$ 当成普遍结论。加速度不是第五个力，不把 ma 另画为箭头。

追问：绳对箱子的力的第三定律对应力是什么？应答“箱子对绳的力”，它不属于箱子的受力图。最后说明箱子此刻向右运动、向右加速，所以加速。

独立作答时观察

Q2 检查学生是否把拉力当合力，松绳后是否仍保留摩擦；Q3 检查学生是否因“向上运动”而擅自把张力改成大于重力。记录错误类型，不立即替学生补图。

反馈、退出题与课后安排

反馈先处理模型

看到的错误	给学生的下一步提示
把运动方向当受力方向	说明此刻速度怎样改变，再看所给外力。
在 FBD 另画 ma 或合力	列出每个箭头的施力物；合力是已有力的矢量和。
两物体上的作用反作用相加	先圈出本题的研究对象，只保留作用于它的力。
漏重力或总写 $N = G = mg$	逐一检查相互作用，再依据该方向加速度列方程。
负加速度直接等同减速	同时说出速度和加速度方向，判断是否相反。

退出题的使用

Q4 在学生题纸第 4 页，单独收取。3/4 可作为本课暂定的继续学习信号，但若存在漏重力、额外画 ma 、混淆第三定律对象等错误，下一讲仍先做对应补练。此阈值不是官方分档，也不是已验证的能力等级。

下一讲开头给一题新的同目标情境做延迟复测，再进入运动图像。不要用今天已讲过的 Q2、Q3 原题分数判断迁移能力。

课后任务

必做：2022 IPC Q5，原卷 PDF 第 4 页；原卷第 2 页给 $g = 10 \text{ N kg}^{-1}$ ，Marking 第 1 页给答案 A。题目官方 1 分。追加受力图与解释只用于教师反馈，不另称官方过程分。提供原卷页面，不让学生仅凭题号猜题。

选做：学生题纸第 5 页的双物体任务，建议 8–12 分钟，单独记 6 分。其目的是引入系统边界与接触力，不代表完整 SPC 难度。可按需要只向参加拓展的学生发放。

试教记录

Q1 最常见错因：_____

Q2 / Q3 实际完成时间与完成量：_____

退出题仍需提示的关键步骤：_____

下一讲调整：_____

题纸与评分均为本课自编，官方课后题另行标识。章页和题源的完整定位见同目录“资料与题目索引.md”。