

受力图与牛顿第二定律解答

第 01 讲 完整解答与课堂评分建议

Q1–Q4 是自编课堂题，共 20 分；W1 示范不计分。下列分项是教师自定评分建议，不是 BPhO 官方标准。等价的正方向、方程和物理解释均可接受。SPC 选做另 6 分，官方课后题另 1 分。

只算错前问数值但后续方法正确时，按列明方法点评价；不自行宣称官方 ECF 规则。单位与方向计入相应结果分，不另设全卷统一扣分。诊断分用于定位薄弱环节。本讲统一用 G 表示重力， $G = mg$ 。

Q1 短诊断 4 分

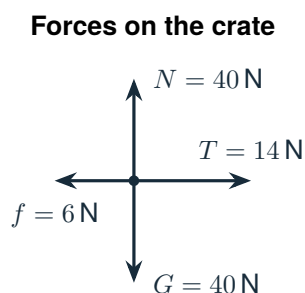
(a) 合力 0 N [1]；零合力不意味着静止，物体也可以保持非零的恒定速度 [1]。

English: The resultant force is zero. An object with zero resultant force can move with constant velocity.

(b) 这两个力都作用于书，所以不是第三定律力对 [1]。桌面对书的支持力，其对应力是书对桌面的向下作用力 [1]。

English: Both forces act on the book. The partner of the force of the table on the book is the downward force of the book on the table.

W1 水平拉箱 不计分



Schematic arrows. The dot represents the chosen object.

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

$$14 - 6 = 4a, \quad a = 2.0\text{ m/s}^2, \quad \text{向右}.$$

选向左为正，写 $6 - 14 = 4a$ ，得到 $a = -2.0\text{ m/s}^2$ ，也表示向右。物体已向右运动，因此此刻加速。图中只有四个真实外力。

Q2 与 Q3 独立迁移 12 分

Q2 撤去拉力 6 分



Forces on the crate in each case. Arrows are schematic.

(a) 对象为箱子，15 N 向右、6 N 向左正确 [1]；重力与支持力各 30 N，方向相反且无额外力 [1]。用 N 、 G 标注并在旁写两力大小也可。

(b) 向右为正：

$$15 - 6 = 3a \quad [1]; \quad a = 3.0 \text{ m/s}^2, \quad \text{向右} \quad [1].$$

(c)

$$a = \frac{-6}{3} = -2.0 \text{ m/s}^2, \quad \text{即向左} \quad [1].$$

此刻速度向右、加速度向左，所以减速 [1]。不要求讨论停下后的摩擦。

English: It is slowing down because its acceleration is opposite to its velocity.

Q3 向上运动的悬挂物 6 分

(a) 张力 32 N 向上 [1]；重力 $G = 40 \text{ N}$ 向下 [1]。若额外画“运动力”或 ma ，受力图小问最多 1 分。

(b) 向上为正：

$$32 - 40 = 4a \quad [1]; \quad a = -2.0 \text{ m/s}^2, \quad \text{即向下} \quad [1].$$

(c) 减速 [1]，因为向上的速度与向下的加速度方向相反 [1]。

English: The load is moving upwards but its acceleration is downwards, so its speed is decreasing at this instant.

只给“负加速度”而没有正方向，不能据此判断减速；采用向下为正得到正的加速度同样正确。Q3 的受力图见下页左图。

Q4 退出题与官方课后题

Q3 Load



Q4 Parcel



Each diagram shows forces on one object. Arrows are schematic.

Q4 向下运动的包裹 4 分

(a) 包裹的单物体受力图：张力 24 N 向上、重力 $G = 20\text{ N}$ 向下，无额外力 [1]。上图右侧为答案。

(b) 向上为正：

$$24 - 20 = 2a \quad [1]; \quad a = 2.0\text{ m/s}^2, \quad \text{向上} \quad [1].$$

(c) 包裹对绳的力为 24 N 向下 [1]。对应于绳对包裹的 24 N，不能用重力 20 N 或合力 4 N 代替。

补充口头反馈：包裹向下运动、向上加速，所以此刻减速；此项并非学生题干要求，不额外计分。

2022 IPC Q5 官方 1 分

原题条件：质量 8 kg，竖直向下加速度 12 m/s^2 ，忽略空气阻力；原卷指定 $g = 10\text{ N/kg}$ 。Marking 的答案为 A，即 16 N。原卷 PDF 第 4 页，Marking PDF 第 1 页。

$$\begin{aligned} \text{重力 (向下):} \quad G &= mg = 8 \times 10 = 80\text{ N}, \\ \text{合力 (向下):} \quad ma &= 8 \times 12 = 96\text{ N}. \end{aligned}$$

取向向下为正：

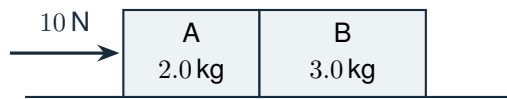
$$G + T = ma, \quad 80 + T = 96, \quad T = 16\text{ N}, \quad \text{向下}.$$

English: The downward resultant force is 96 N. Gravity provides 80 N downwards, so the engine provides the remaining 16 N downwards. The correct answer is A.

不能因为常见火箭图片朝上，就预设推力向上。本题加速度大小超过 g ，推力方向由合力条件确定。FBD 与解释是本课追加的反馈任务，原选择题没有相应官方过程分。

SPC 课外选做 6 分

本题为自编系统与接触力练习。两次试验都在水平无摩擦面上，接触持续，两物体一起加速。竖直方向重力 G 与支持力平衡。



Trial 1: external force on A. Frictionless horizontal surface.

整体与单个物体

(a)

$$10 = (2 + 3)a \quad [1]; \quad a = 2.0 \text{ m/s}^2, \quad \text{向右} \quad [1].$$

整体系统的水平外力为 10 N。接触力对该整体是内部相互作用，在整体合力中相消；它们仍分别作用于 A 和 B。

(b) B 单独：

$$F = 3 \times 2 = 6 \text{ N}, \quad \text{向右} \quad [1].$$

第三定律对应力为 B 对 A 的 6 N 向左 [1]。用 A 核验： $10 - 6 = 2 \times 2$ 。

改推另一块

(c) 第二次外力推 B 向左，总加速度大小仍为 2.0 m/s^2 。A 只有接触力提供水平加速度。

$$\text{接触力大小：} \quad F = 2 \times 2 = 4 \text{ N} \quad [1].$$

每一次试验内，A 对 B 与 B 对 A 的力都等大反向；两个不同试验之间的接触力没有必须相同的要求 [1]。第二次直接受接触力加速的是质量较小的 A。核验 B： $10 - 4 = 3 \times 2$ 。

English: Newton's third law compares the two interaction forces in the same trial. It does not require the contact force to have the same magnitude in two different trials.

教师知识参考

哈立德 Extended 第 10 版第 5 章，尤其图 5-11（印刷 107 / PDF 133）与例 5.07（印刷 113 / PDF 139）。本题使用重新设计的情境与数值；不是书中例题或官方 SPC 真题的原文。