

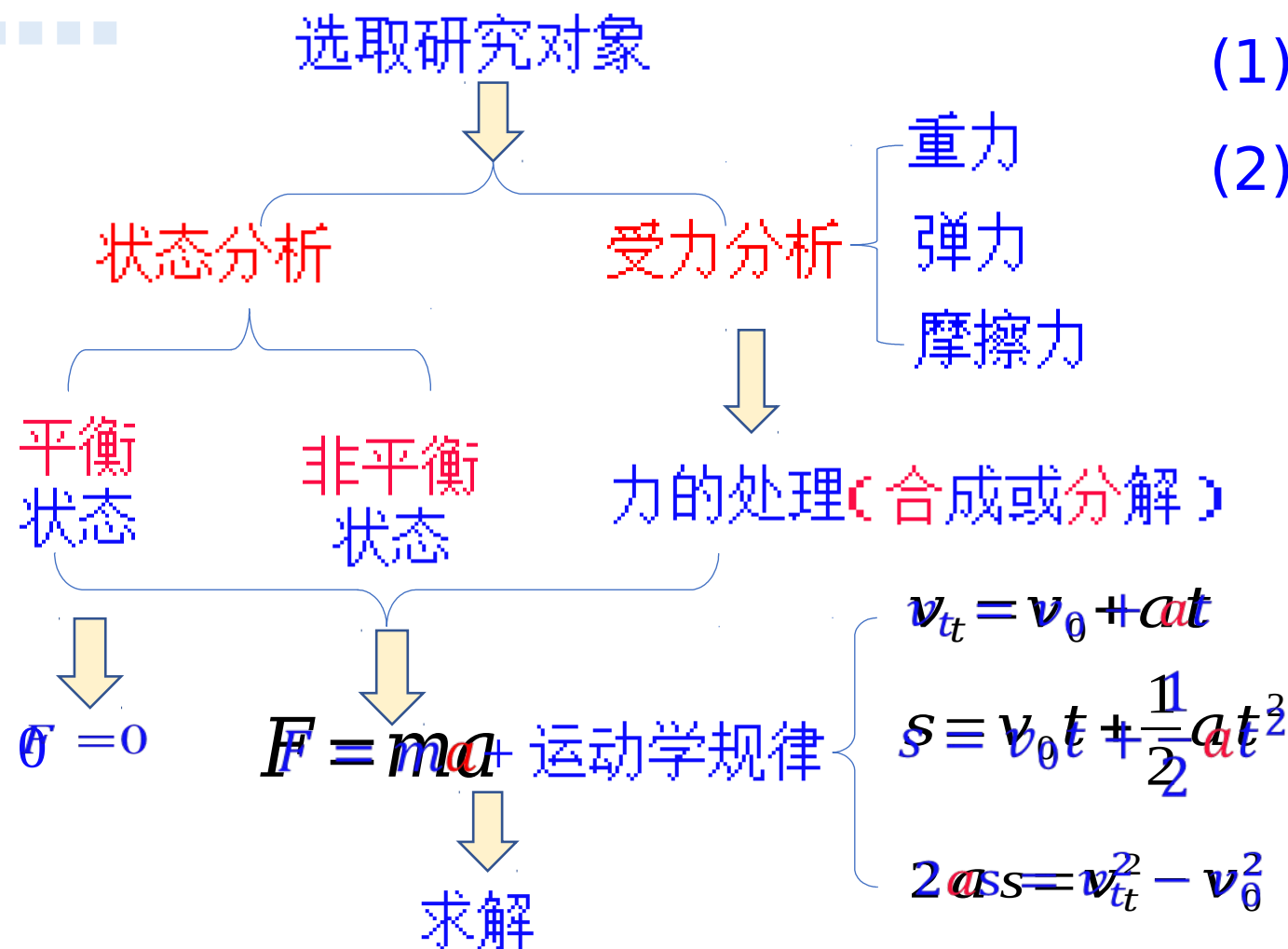
第2节：牛顿第二定律的基本应用

广州市玉岩中学 胡秋霞



一、动力学两类基本问题

1. 动力学问题解题思路



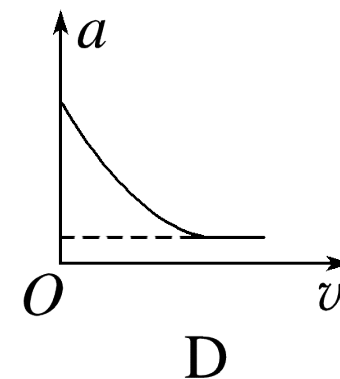
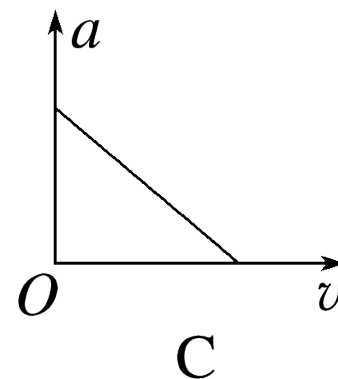
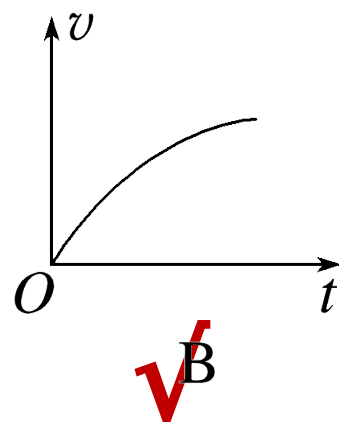
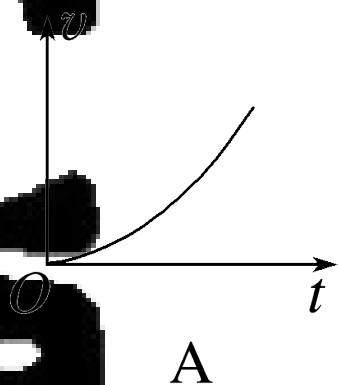
2. 分析动力学问题的关键

- (1) 受力分析 + 运动过程
- (2) 桥梁：加速度 a 。

桥梁

例 1

(2024·广东惠州市一模) 雨滴从高空静止下落过程中, 受到的空气阻力满足 $f=kv^2$, k 为定值, 取竖直向下为正方向, 下列表示雨滴速度 v 和加速度 a 与运动时间 t 的图像可能正确的是 ()



解析 对雨滴
=



$$mg - kv^2 = ma$$



例 2

(2024·广东省联考) 如图所示为我国自行设计的某款飞行汽车，某次升空测试如下，先让汽车由静止开始竖直向上做匀加速直线运动，6 s 后汽车达到最大速度 30 m/s ，接着匀速上升 5 s，然后做匀减速直线运动，再经过 90 m 的距离后速度减为零，之后开始沿水平方向运动。假设升空过程中汽车受到的空气阻力大小恒为 400 N，汽车的质量 $m=2\,000 \text{ kg}$ ，重力加速度 g 取 9.8 。

(1) 在匀加速过程中，汽车发动机提供的动力大小 F_1 ；

(2) 在匀减速过程中，汽车发动机提供的动力大小 F_2 ；

攀升过程中，汽车上升的高度。



解析

(1) 由 $a_1 = \frac{v_m - 0}{t_1}$

解得 $a_1 = 5 \text{ m/s}^2$

由牛顿第三定律得

$$F_1 - f - mg = ma_1$$

解得 $F_1 = 3 \times 10^4 \text{ N}$

(2) 由 $0 - v_m^2 = 2a_2 s_3$

解得 $a_2 = -5 \text{ m/s}^2$

由牛顿第三定律得

$$F_2 - f - mg = ma_2$$

解得 $F_2 = 1 \times 10^4 \text{ N}$

解得 $F_2 = 1 \times 10^4 \text{ N}$

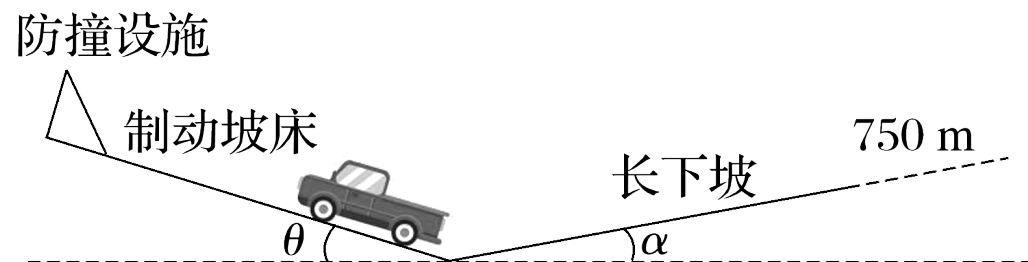
(3) 匀加速过程 $s_1 = \frac{v_m t_1}{2} = 90 \text{ m}$

匀速过程 $s_2 = v_m t_2 = 150 \text{ m}$

总位移大小为 $s = s_1 + s_2 + s_3 = 330 \text{ m}$

例 3 ((2025 广东珠海第一中学校月考) 如图 1 所示避险车道是避免恶性交通事故的重要设施, 由制动坡床和防撞设施等组成。组成辆质量为 m 的货车(视为质点)下坡时, 因刹车失灵以 v_0 的初速度沿坡向下做匀加速直线运动, 速度越来越大。在加速前进过程中, 驾驶员将车从车尾(距离很短, 可认为距离不变)驶速入制动坡床, 并冲上坡床后停在坡床上。若货车下坡时受到的阻力是车重的 $\frac{1}{10}$, 冲上坡床时受到坡床给它的摩擦力是车重的 $\frac{1}{2}$ 。重力加速度大小 g 取 10 m/s^2 , 且 $\sin \alpha = 0.2$, $\sin \theta = 0.3$, 求:

- (1) 货车刚驶入制动坡床时的速度大小;
- (2) 货车在制动坡床上行驶的距离。



解析

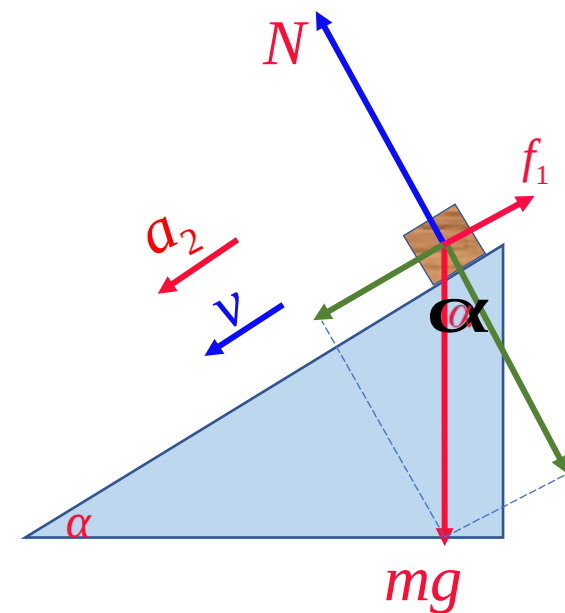
(1) 货车下坡时，对货车受力分析可得

$$mg \sin \alpha - \frac{1}{10}mg = ma_1$$

$$\text{解得 } a_1 = 1 \text{ m/s}^2$$

$$\text{由运动学有 } v_1^2 = 2a_1 s_1$$

$$\text{解得 } v_1 = 40 \text{ m/s}$$



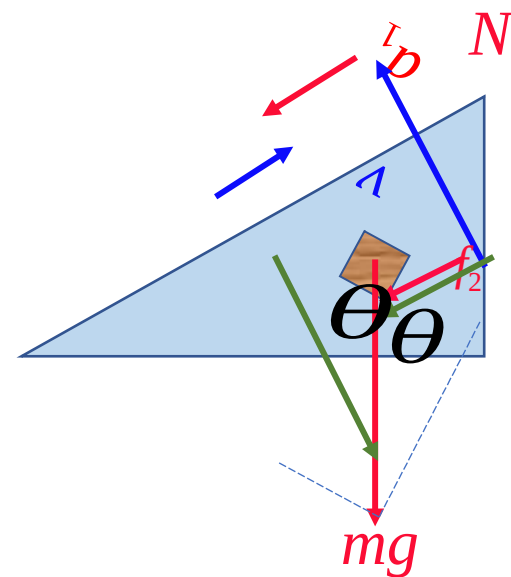
(2) 货车在制动坡床上时，对货车受力分析可得

$$mg \sin \theta + \frac{1}{2}mg = ma_2$$

$$\text{解得 } a_2 = 8 \text{ m/s}^2$$

$$\text{由运动学有 } 0 - v_1^2 = 2a_2 s_2$$

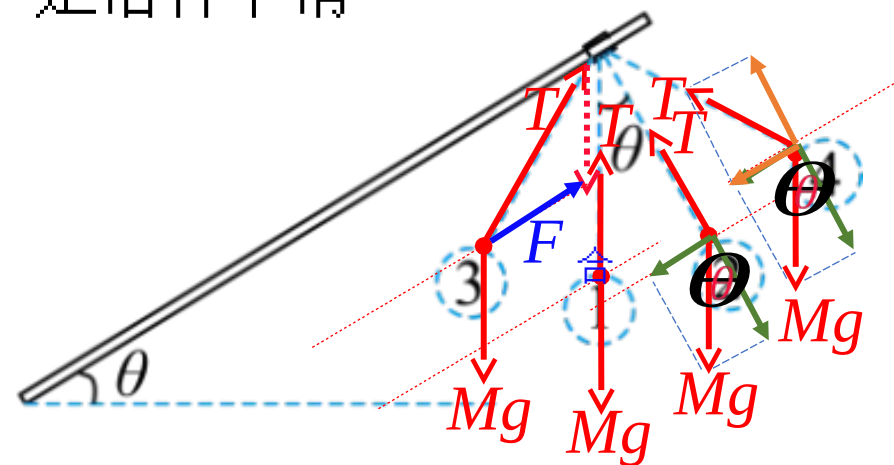
$$\text{解得 } s_2 = 100 \text{ m}$$



例 4

固定的足够长斜杆粗糙程度未知，与水平面的夹角为 θ ，杆上套一个金属环，不可伸长的轻绳连接着金属环和小球，质量分别为 m 、 M 。给环和球组成的系统一沿杆方向的初速度 v_0 ，经过一段时间后两者保持相对静止，忽略空气阻力。下列说法正确的是（ ）

- A. 两者相对静止位置如图 1 时，系统一定处于静止
- B. 两者相对静止位置如图 2 时，系统一定沿杆下滑
- C. 两者相对静止位置如图 3 时，系统一定沿杆下滑
- D. 两者相对静止位置如图 4 时，系统一定沿杆下滑



物体在三类光滑斜面上运动时间的比较

第一类：等高斜面（如图 1 所示）

$$L = \begin{cases} L = \frac{1}{2} at^2 \\ a = g \sin \theta \\ \frac{h}{\sin \theta} \end{cases} \Rightarrow t = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

倾角越小，时间越长，故 $t_1 > t_2 > t_3$

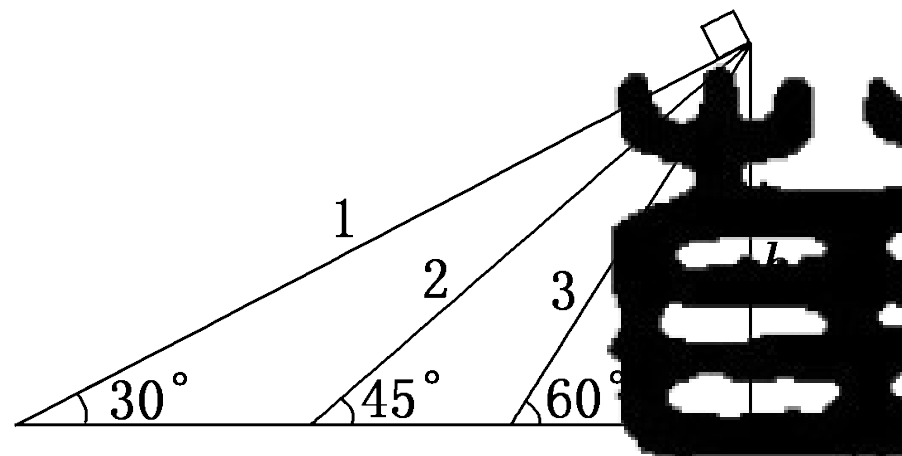


图 1

第二类：同底斜面（如图 2 所示）

$$L = \begin{cases} L = \frac{1}{2} at^2 \\ a = g \sin \theta \\ \frac{d}{\cos \theta} \end{cases} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{4d}{g \sin 2\theta}}$$

$\theta = 45^\circ$ 时，时间最短，故 $t_1 = t_3 > t_2$

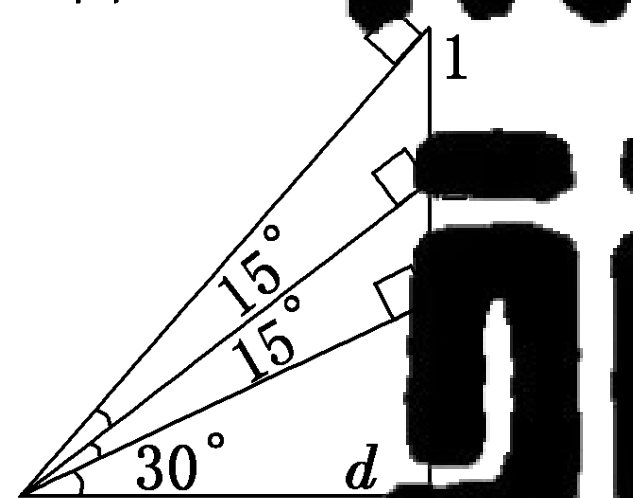
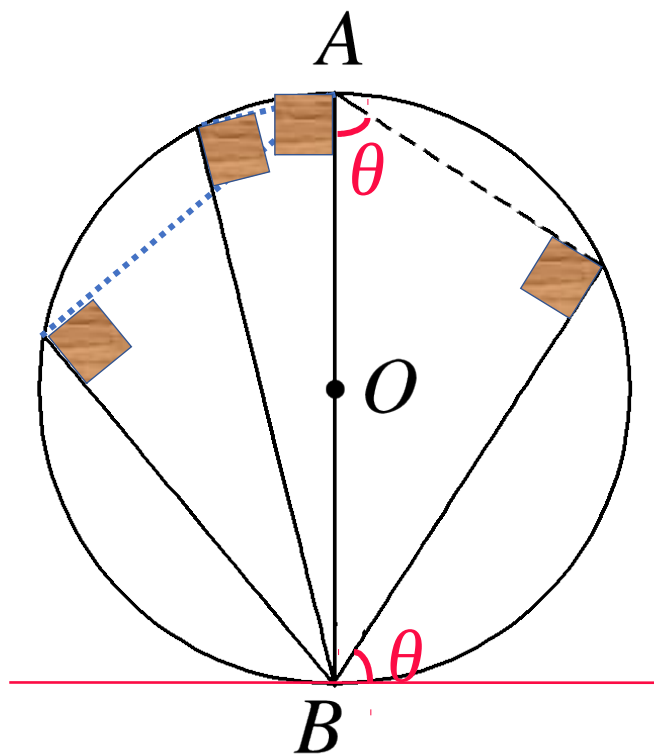


图 2

第三类：等时圆模型

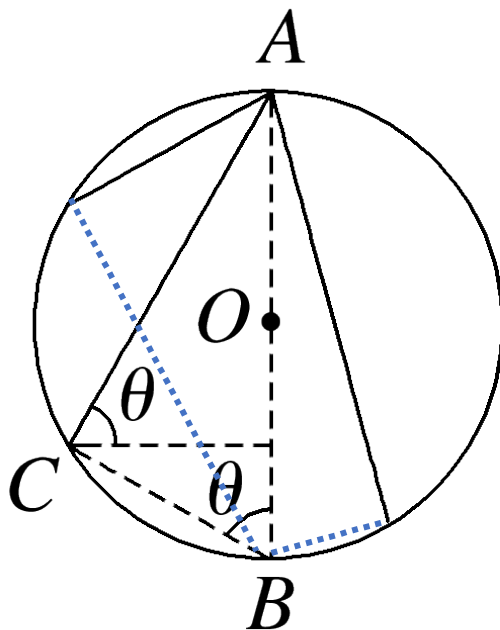


黄浦教研
HUANGPUJIAOYAN

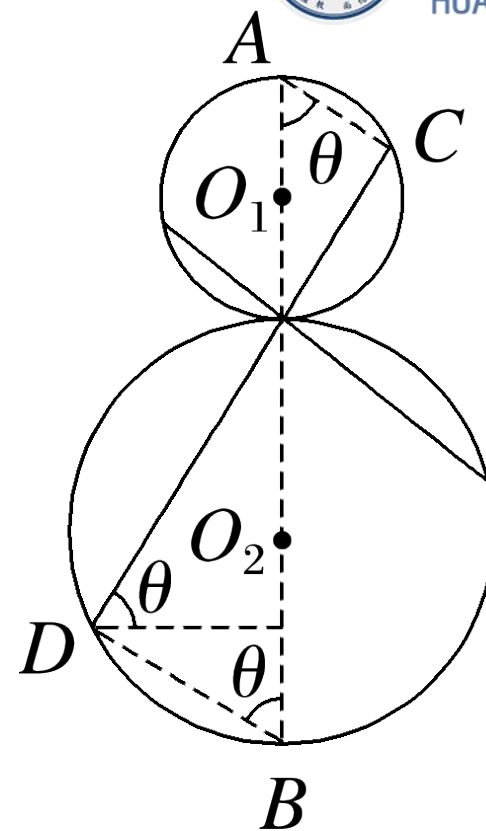


甲

$$\begin{cases} L = \frac{1}{2} at^2 \\ a = g \sin \theta \\ L = 2R \sin \theta \end{cases} \Rightarrow t = 2\sqrt{\frac{R}{g}}$$



乙



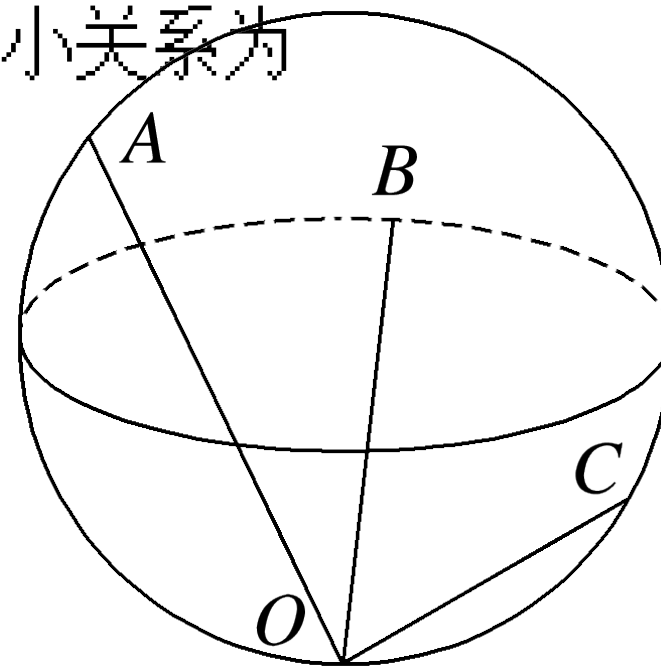
丙

$$\begin{cases} L = \frac{1}{2} at^2 \\ a = g \sin \theta \\ L = (2R_1 + 2R_2) \sin \theta \end{cases} \Rightarrow t = 2\sqrt{\frac{(R_1 + R_2)}{g}}$$



例 5

如图所示，球壳内有三条弦 OA 、 OB 、 OC ， O 为球内的最低点，它们与水平面间的夹角分别为 60° 、 45° 、 30° 。三个光滑的小环分别从 A 、 B 、 C 处由静止沿所在弦下滑，运动到最低点所用的时间分别为 t_A 、 t_B 、 t_C ，则三者之间大小关系为



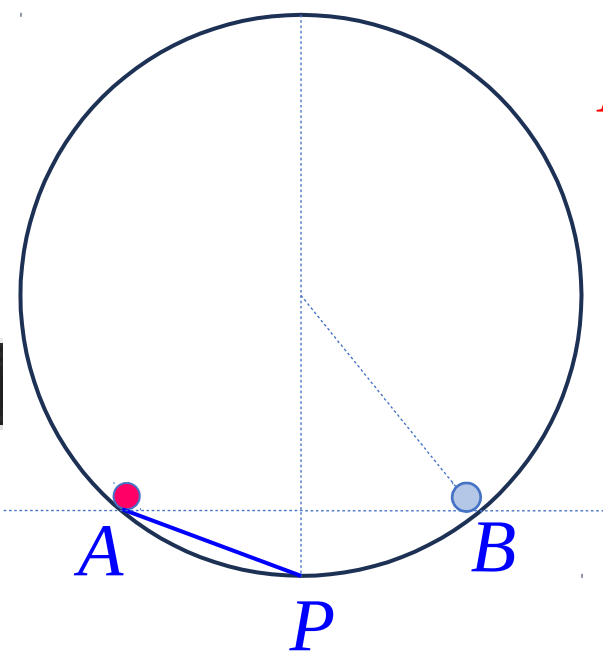
☒ A. $t_A = t_B = t_C$

☐ B. $t_A < t_B < t_C$

☐ C. $t_A > t_B > t_C$

☐ D. $t_A = t_C > t_B$

拓展：如图竖直平面内圆轨道光滑， AP 为一光滑直轨道， P 为圆轨道最低点， AB 处在同一高度。从图中在 A 、 B 处由静止同时释放两个可视为质点的小球 A 和 B ，哪个小球最先到达 P 点？



A 小球由等时圆模型可得： B 小球由类单摆模型可得：

$$2R = \frac{1}{2} g t_{AP}^2$$



$$t_{AP} = 2\sqrt{\frac{R}{g}}$$

>

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}} = 4t_{BP}$$



$$t_{BP} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{R}{g}}$$

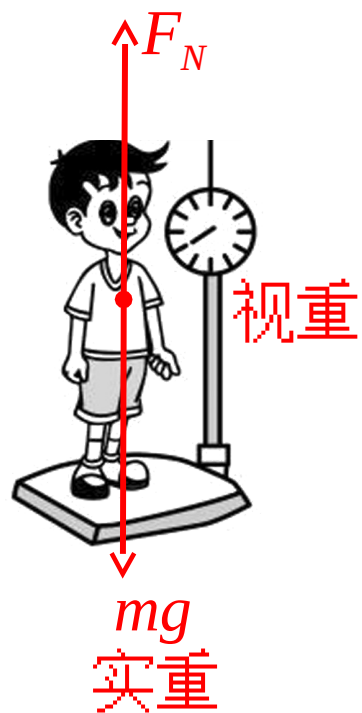
二、超重与失重现象



黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

静止 / 匀速直线

$$F_N = mg$$

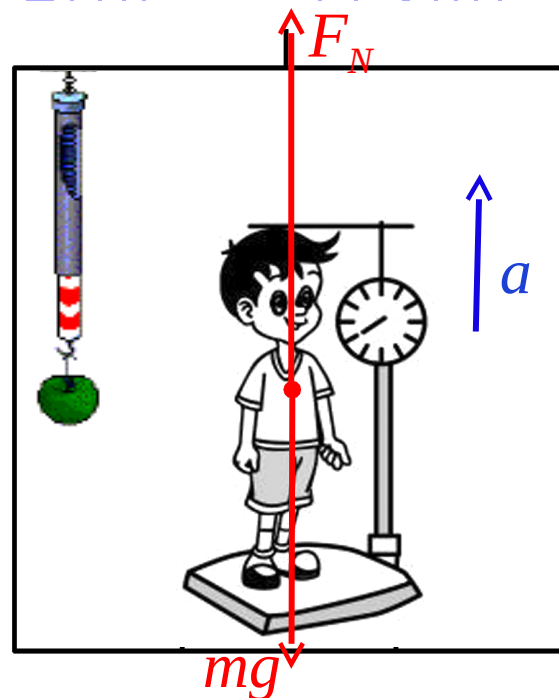


超重

$$F_N - mg = ma$$

$$F_N = mg + ma > mg$$

电梯加速上升或减速下降



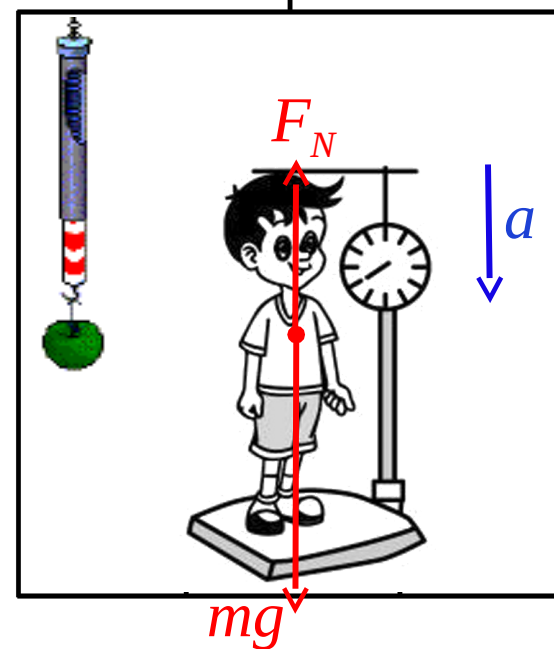
“上超下失”

失重

$$mg - F_N = ma$$

$$F_N = mg - ma < mg$$

电梯加速下降或减速上升



完全失重

$$a = g$$

$$F_N = 0$$

无挤压

当物体所受向上的拉力（或支持力）大于重力时，物体处于超重状态；小于重力时，物体处于失重状态；等于零时，物体处于完全失重状态。

超重与失重现象的判断

1. 从加速度的角度判断 上超下

失”

视重 $>$ 实重时，物体处于超重状态；

从视重与实重大小角度判断

视重 $<$ 实重时，物体处于失重状态；

视重 $= 0$ 时，物体处于完全失重状态

例 7 (多选) 小钊同学站在连接计算机的压力传感器上完成下蹲、起立动作，压力传感器示数 F 随时间 t 变化的情况如图所示，重力加速度 g 取 10m/s^2 ，下列说法正确的是

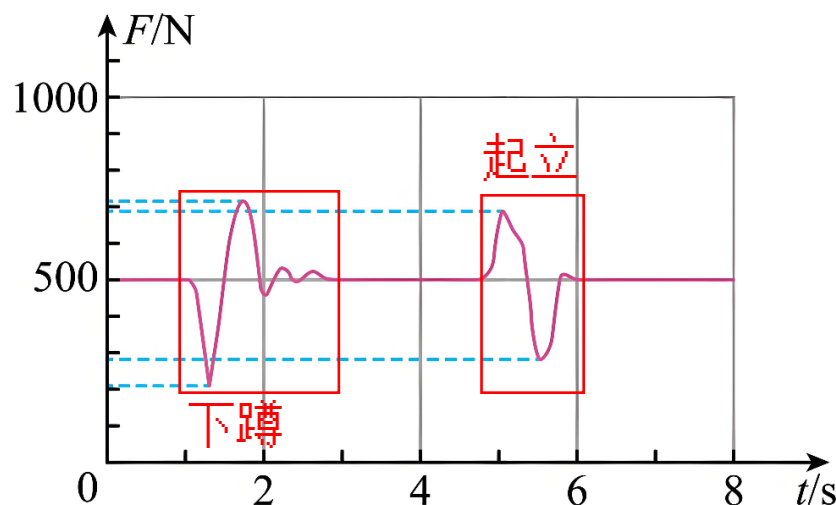
BD

A. 下蹲过程中，小钊加速度始终向下

B. 起立过程中，小钊先超重后失重

C. 6s 内小钊完成了两组下蹲、起立动作

下蹲过程小钊的最大加速度约为 6m/s^2





黄埔教研
HUANGPUJIAOYAN

谢谢

