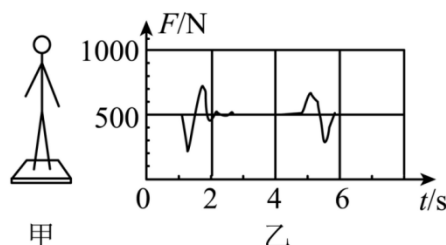


第三章 牛顿运动定律

第2节 牛顿第二定律的基本应用

1. (易) (2022·广东广州·调研考.6) (单选)如图甲,某同学站在压力传感器上完成下蹲和起立的动作,用计算机采集到的压力传感器读数随时间变化的 $F-t$ 图象如图乙,则 ()



- A. 该同学重力约为 500N
- B. 该同学重力约为 700N
- C. 该同学完成了两次下蹲和起立
- D. 该同学完成了四次下蹲和起立

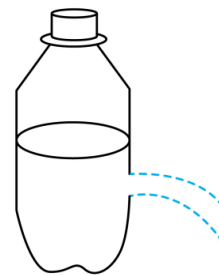
【答案】A

【详解】AB. 稳定时传感器的读数 500N 等于学生的重力, A 正确, B 错误;

CD. 传感器的读数先小于重力后大于重力, 说明该同学先加速下降再减速下降, 完成一次下蹲, 然后传感器的读数先大于重力后小于重力, 说明该同学先加速上升再减速上升, 完成一次起立, 故该同学共完成一次下蹲和起立, CD 错误。

故选 A。

2. (易) (2025·广东广州·8 月阶段检测) (单选)为研究超重、失重现象, 某同学在盛水的塑料瓶的侧壁扎了一个小孔, 水从小孔喷出, 如图所示。 $t=0$ 时刻, 他提着水瓶向上加速运动, t_1 时刻松手, t_2 时刻水瓶上升到最高点, 之后水瓶自由下落。不计空气阻力, 下列说法正确的是 ()



- A. $0 \sim t_1$ 时间内, 没有水从侧壁流出
- B. $t_1 \sim t_2$ 时间内, 水和水瓶处于超重状态
- C. $t_1 \sim t_2$ 时间内, 没有水从侧壁流出
- D. t_2 时刻之后, 水和水瓶处于超重状态

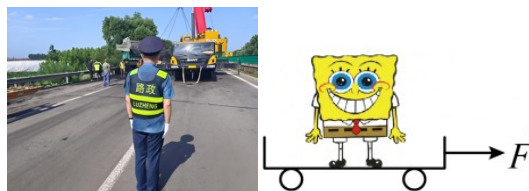
【答案】C

【详解】A. $0 \sim t_1$ 时刻, 手提着水瓶向上加速, 整体处于超重状态, 一定会有水从小孔流出, 故 A 错误;

BC. $t_1 \sim t_2$ 时刻水和水瓶只受重力的作用, 处于完全失重的状态, 水和水之间无相互作用, 因此不会有水从侧壁流出, 故 B 错误, C 正确;

D. t_2 时刻之后, 水瓶和水依然处于完全失重的状态, 没有水从侧壁流出, 故 D 错误。故选 C。

3. (中) (2025·广东广州·一模) (多选) 当人们的车辆出现故障而不能移动时, 常常呼叫路政来帮忙, 如图为华华呼叫路政帮忙拉车的模型示意图, 华华则在车上保持相对静止并且一起做匀速运动, F 为恒力, 下列说法不正确的是 ()



- A. 此时华华受到 2 个力的作用, 车受到 4 个力的作用
- B. 因为物体的运动不需要力而来维持, 所以撤去恒力 F 后车还会一直运动
- C. 若华华马上蹲下, 则车先减速后加速, 最后匀速
- D. 若华华马上起立, 则车先减速后加速, 最后匀速

【答案】ABC

【详解】A. 人在车上保持相对静止并且一起做匀速运动, 此时人受到重力和支持力 2 个力的作用, 车受到重力、地面的支持力、地面的摩擦力、人的压力和拉力 5 个力的作用, A 错误;

B. 根据受力分析可知, 车受地面的摩擦力作用, 撤去恒力 F 后车会减速运动最后停止, B 错误;

C. 若人马上蹲下, 先失重后超重, 根据 $f = \mu(M + m)g$

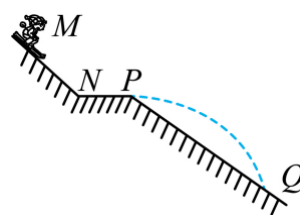
可知人对车的压力先小于自身重力后大于自身重力, 最后等于自身重力, 故地面的摩擦力先减小后增大, 根据牛顿第二定律可知车先加速后减速, 最后匀速, C 错误;

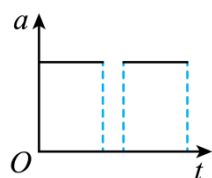
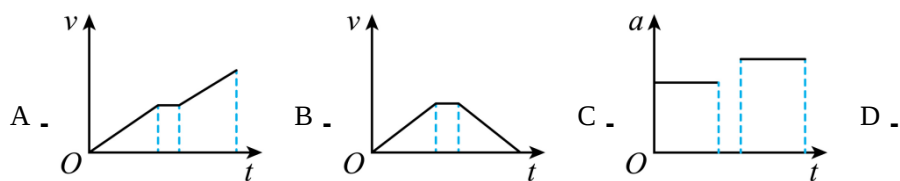
D. 若人马上起立, 先超重后失重, 根据 $f = \mu(M + m)g$

可知人对车的压力先大于自身重力后小于自身重力, 最后等于自身重力, 故地面的摩擦力先增大后减小, 则车先减速后加速, 最后匀速, D 正确。

本题选错误的, 故选 ABC。

4. (易) (2022·广东·高考) (单选) 图是滑雪道的示意图。可视为质点的运动员从斜坡上的 M 点由静止自由滑下, 经过水平 NP 段后飞入空中, 在 Q 点落地。不计运动员经过 N 点的机械能损失, 不计摩擦力和空气阻力。下列能表示该过程运动员速度大小 v 或加速度大小 a 随时间 t 变化的图像是 ()





【答案】C

【详解】设斜坡倾角为 θ ，运动员在斜坡 MN 段做匀加速直线运动，根据牛顿第二定律

$$mg \sin \theta = ma_1$$

可得

$$a_1 = g \sin \theta$$

运动员在水平 NP 段做匀速直线运动，加速度

$$a_2 = 0$$

运动员从 P 点飞出后做平抛运动，加速度为重力加速度

$$a_3 = g$$

设在 P 点的速度为 v_0 ，则从 P 点飞出后速度大小的表达式为

$$v = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2}$$

由分析可知从 P 点飞出后速度大小与时间的图像不可能为直线，且

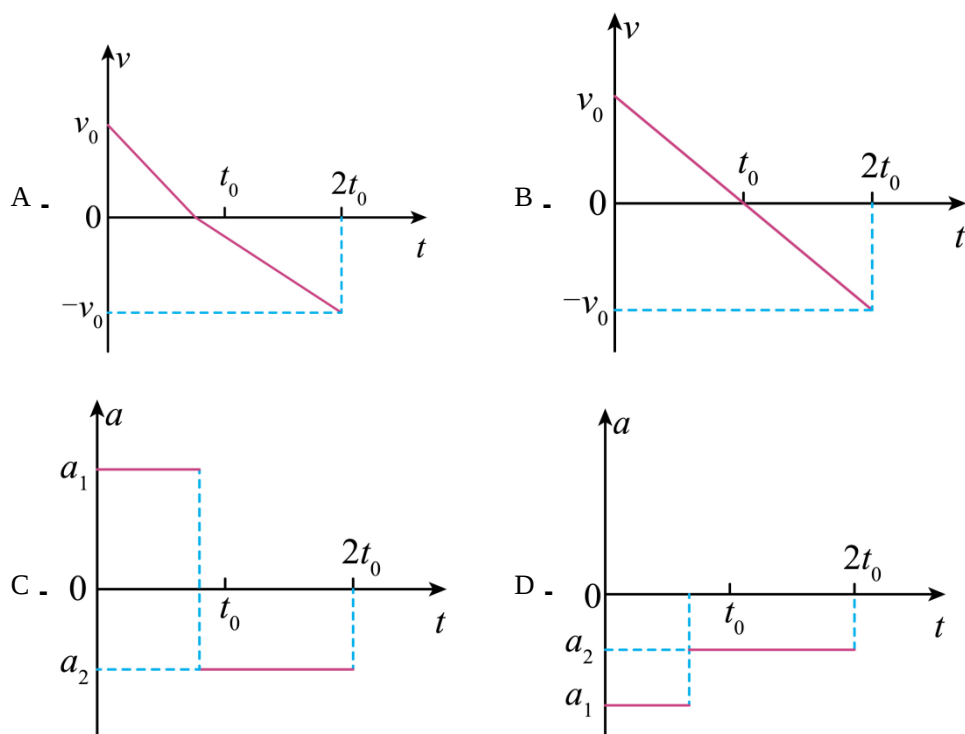
$$a_1 < a_3$$

C 正确，ABD 错误。

故选 C。

5. (中) (2024·广东·一模) (单选) 如图所示，某同学练习踢毽子，假设毽子在空中运动过程中受到大小不变的空气阻力，下列 $v-t$ 和 $a-t$ 图像可能正确反映毽子被竖直向上踢出后，经一段时间又回到初始位置的是 ()





【答案】D

【知识点】已知受力求运动、动能定理的初步应用

【详解】AB. 根据题意可知，由于有空气阻力做功，由动能定理可知，毽子被竖直向上踢出后，经一段时间又回到初始位置时的速度大小一定小于初速度的大小，即回到出发点时，速度不可能为 $-v_0$ ，故 AB 错误；

CD. 根据题意，由牛顿第二定律可得，上升阶段的加速度大小为

$$a_1 = g + \frac{f}{m}$$

下降阶段的加速度大小为

$$a_2 = g - \frac{f}{m}$$

方向均为竖直向下，由 $h = \frac{1}{2}at^2$ 可知，由于上升和下降的高度一样，上升时加速度大于

下降时加速度，则上升时时间短，下降时时间长，故 C 错误，D 正确。

故选 D。

6. (中) (2025·广东·三模) (单选)弹射座椅是飞行员的“救命神器”，当飞机遇险时，座椅下的动力装置将座椅和飞行员一起弹射出机舱，然后座椅配置的降落伞张开，使飞行员安全降落。若某飞机意外故障竖直下坠，弹射座椅紧急弹出，弹射座椅弹出时的加速度大小为 a 、方向水平，重力加速度大小为 g ，则当弹射座椅弹出时。弹射座椅对飞行员的作用力大小与飞行员所受重力大小的比值为 ()

- A. $\frac{a}{g}$ B. $1 + \frac{a}{g}$ C. $\sqrt{1 + \frac{a^2}{g^2}}$ D. $\sqrt{1 - \frac{a^2}{g^2}}$

【答案】C

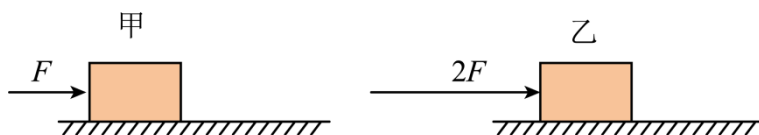
【详解】设飞行员的质量为 m ，当弹射座椅弹出时，座椅对飞行员的作用力大小为 F ，由牛顿第二定律有 $\sqrt{F^2 - (mg)^2} = ma$

解得 $F = m\sqrt{g^2 + a^2}$

可得 $\frac{F}{mg} = \frac{\sqrt{g^2 + a^2}}{g} = \sqrt{1 + \frac{a^2}{g^2}}$ ，C 正确。

故选 C。

7. (中) (2025·广东肇庆·一模) (单选)如图所示，光滑水平面上静止放有甲、乙两个相同的物块，对甲、乙分别施加大小为 F 和 $2F$ 、方向相同的水平推力，甲、乙前进了相同距离。则甲、乙的运动时间之比为 ()



- A. 2:1 B. 1:2 C. $\sqrt{2}:1$ D. $1:\sqrt{2}$

【答案】C

【详解】甲、乙质量相同，根据牛顿第二定律 $a = \frac{F}{m}$ 可知，甲、乙的加速度大小之比

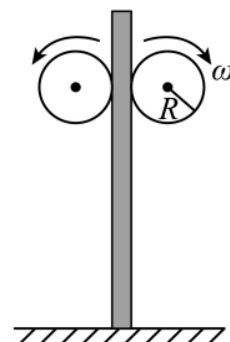
$$a_{\text{甲}}:a_{\text{乙}} = 1:2$$

由运动学公式 $s = \frac{1}{2}at^2$ 可知，运动时间 $t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$

由于 $s_{\text{甲}} = s$ ， $a_{\text{甲}} : a = 1 : 2$ ，所以 $t_{\text{甲}} : t = \sqrt{2} : 1$

故选 C。

8. (难) (2025·广东深圳·模拟) (单选) 如图所示，质量为 m 的夯杆在左右两个半径均为 R ，角速度为 ω 的摩擦轮的作用下，由静止开始向上运动，上升一定高度后摩擦轮松开，松开之前夯杆与摩擦轮间已经相对静止。已知摩擦轮与夯杆间动摩擦因数均为 μ ，弹力大小为 F ，重力加速度为 g ，不计空气阻力。关于夯杆从起动到摩擦轮松开的过程中，下列说法正确的是 ()



- A. 受到摩擦轮的摩擦力始终保持不变
- B. 夯杆的最大速度大小等于 ωR
- C. 加速过程中加速度大小等于 $\frac{\mu F}{m} - g$
- D. 加速运动的时间等于 $\frac{2m\omega R}{2\mu F - mg}$

【答案】B

【详解】B. 松开之前，与摩擦轮相对静止，因此夯杆的速度大小与摩擦轮的线速度大小相等 $v = \omega R$ ，故 B 正确；

AC. 夯杆向上运动过程为先向上加速，此时夯杆受向上的滑动摩擦力为 $2\mu F$ ，则由牛顿第二定律， $2\mu F - mg = ma$

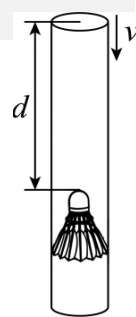
可得 $a = \frac{2\mu F}{m} - g$

相对静止时，受力平衡 $2f = mg$ ，故摩擦力发生改变，即 AC 错误；

D. 根据 $v = at$ ，解得 $t = \frac{m\omega R}{2\mu F - mg}$ ，故 D 错误。

故选 B。

9. (难) (2024·广东汕头·二模·10) (多选) 如图所示，球筒中静置着一个羽毛



球。小明左手拿着球筒，右手迅速拍打筒的上端，使筒获得向下的初速度并与左手发生相对运动，最后羽毛球（视为质点）从筒口上端出来，已知球筒质量为 $M=90\text{ g}$ （不含球的质量），羽毛球质量为 $m=5\text{ g}$ ，球筒与手之间的滑动摩擦力为 $f_1=2.6\text{ N}$ ，球与筒之间的滑动摩擦力为 $f_2=0.1\text{ N}$ ，球头离筒的上端距离为 $d=9\text{ cm}$ ，重力加速度 g 取 10 m/s^2 ，空气阻力忽略不计，当球筒获得一个向下的初速度后（ ）

- A. 静置时，羽毛球的摩擦力为 0.1 N
- B. 拍打球筒后瞬间，羽毛球受到向上的摩擦力
- C. 拍打球筒后瞬间，羽毛球的加速度为 30 m/s^2
- D. 仅拍打一次，羽毛球恰能出来，则筒的初速度为 3 m/s

【答案】CD

【详解】A. 静置时，根据平衡条件有

$$f = mg = 5 \times 10^{-3} \times 10\text{ N} = 0.05\text{ N}$$

故 A 错误；

B. 拍打球筒后瞬间，球筒相对于羽毛球向下运动，则羽毛球给球筒的摩擦力向上，而根据牛顿第三定律可知，球筒给羽毛球的摩擦力向下，故 B 错误；

C. 拍打球筒后瞬间，对羽毛球由牛顿第二定律有

$$mg + f_2 = ma_1$$

解得

$$a_1 = 30\text{ m/s}^2$$

故 C 正确；

D. 仅拍打一次，羽毛球恰能出来，则羽毛球与球筒恰好达到共速，设球筒的加速度为

a_2 ，筒的初速度为 v ，则对球筒由牛顿第二定律有

$$f_1 + f_2 - Mg = Ma_2$$

解得

$$a_2 = 20\text{ m/s}^2$$

球筒做匀减速运动，羽毛球做匀加速运动，有

$$v - a_2 t = a_1 t$$

$$vt - \frac{1}{2}a_2 t^2 - \frac{1}{2}a_1 t^2 = d$$

代入数据解得

$$v = 3 \text{ m/s}$$

故 D 正确。

故选 CD。

10. (易) (2024·广东·高考真题节选) 汽车的安全带和安全气囊是有效保护乘客的装置。安全带能通过感应车的加速度自动锁定，其原理的简化模型如图甲所示。在水平路面上刹车的过程中，敏感球由于惯性沿底座斜面上滑直到与车达到共同的加速度 a ，同时顶起敏感臂，使之处于水平状态，并卡住卷轴外齿轮，锁定安全带。此时敏感臂对敏感球的压力大小为 F_N ，敏感球的质量为 m ，重力加速度为 g 。忽略敏感球受到的摩擦力。求斜面倾角 θ 的正切值 $\tan \theta$ 。

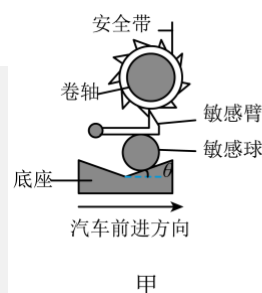
【答案】 $\tan \theta = \frac{ma}{mg + F_N}$ ；

【详解】敏感球受向下的重力 mg 和敏感臂向下的压力 F_N 以及斜面的支持力 N ，则由牛顿第二定律可知

$$(mg + F_N) \tan \theta = ma$$

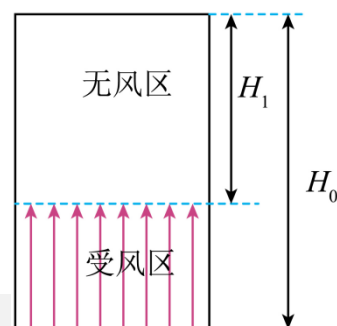
解得

$$\tan \theta = \frac{ma}{mg + F_N}$$



11. (中) (2023·浙江·模拟) 风洞是空气动力学研究和实验中广泛使用的工具，某研究小组设计了一个总高度 $H_0 = 24\text{ m}$ 的低速风洞，用来研究某物体在竖直方向上的运动特性，如图所示，风洞分成一个高度为 $H_1 = 16\text{ m}$ 的无风区和一个受风区，某物体质量 $m = 10\text{ kg}$ ，在无风区中受到空气的恒定阻力，大小为 20 N ，在受风区受到空气对它竖直向上的恒定作用力。某次实验时该物体从风洞顶端由静止释放，且运动到风洞底端时速度恰好为 0 ，求在本次实验中：

- (1) 该物体的最大速度；
- (2) 该物体在受风区受到空气对它的作用力大小；
- (3) 该物体第一次从风洞底端上升的最大距离。



【答案】 (1) 16 m/s ； (2) 260 N ； (3) $\frac{56}{3}\text{ m}$

【详解】(1) 在无风区对该物体由牛顿第二定律得

$$mg - f = ma_1$$

解得

$$a_1 = 8 \text{ m/s}^2$$

物体在无风区做匀加速直线运动，有

$$v_{\max}^2 = 2a_1 H_1$$

解得最大速度为

$$v_{\max} = 16 \text{ m/s}$$

(2) 物体在受风区向下运动时做匀减速直线运动，则有

$$v_{\max}^2 = 2a_2 (H_0 - H_1)$$

解得

$$a_2 = 16 \text{ m/s}^2$$

由牛顿第二定律得

$$F - mg = ma_2$$

解得恒力为

$$F = 260 \text{ N}$$

(3) 物体在受风区向上运动时做匀加速直线运动，到分界线时速度大小为 16 m/s ，再次进入无风区后做匀减速直线运动，由牛顿第二定律得

$$mg + f = ma_3$$

解得

$$a_3 = 12 \text{ m/s}^2$$

向上做匀减速运动的位移为

$$H_2 = \frac{v_{\max}^2}{2a_3} = \frac{32}{3} \text{ m}$$

第一次上升的最大高度为

$$H = H_0 - H_1 + H_2 = \frac{56}{3} \text{ m}$$