

物理参考答案及解析

一、单项选择题

1. D 【解析】根据加速度的定义式可知,火箭加速度的方向与速度变化量的方向一致,故 A 项错误;火箭离地瞬间,其速度为零,加速度不为零,故 B 项错误;火箭的速度很大,但是速度的大小可以不变,所以加速度不一定大,故 C 项错误;加速度的大小与速度变化的快慢程度有关,其速度变化越快,速度变化率越大,加速度越大,即火箭的速度变化率越大,加速度越大,故 D 项正确。
2. B 【解析】两种方式下,挎包均处于平衡状态,重力大小相同,则背带上拉力的合力大小相同,背带短时,背带间的夹角更大,根据平行四边形定则,可知此时背带上的张力更大,故 A 项错误,B 项正确;两种方式下,挂钩对挎包的作用力大小均等于重力大小,故 C、D 项错误。
3. C 【解析】 $x-t$ 图像的斜率表示速度, $0\sim t_1$ 时间内,图像的斜率变大,电梯的速度增大, $t_1\sim t_2$ 时间内,图像的斜率不变,电梯的速度不变, $t_2\sim t_3$ 时间内,图像的斜率变小,电梯的速度减小,故 C 项正确,A、B、D 项错误。
4. A 【解析】篮球经过向下匀加速和向上匀减速两个过程,且速度达到最大时方向发生变化,故 A 项正确。
5. C 【解析】因为小船在静水中的速度 v_2 大于河水流速 v_1 ,所以小船可以垂直河岸渡河,最短位移为 80 m (河面宽度),当小船以最短位移渡河时,设船头与上游河岸的夹角为 α ,则有 $\cos \alpha = \frac{v_1}{v_2} = \frac{3}{5}$,可知船头与上游河岸的夹角为 53° ,A、B 项错误;若小船的船头始终与河岸垂直,渡河所需时间最短,最短时间为 $t_{\min} = \frac{80}{5} \text{ s} = 16 \text{ s}$,渡河过程中小船沿河流方向的位移 $x = v_1 t_{\min} = 48 \text{ m}$,根据运动的独立性,渡河途中河水流速增大,渡河所需时间不变,故 C 项正确,D 项错误;
6. D 【解析】在 A 点时,小球受到的合力等于重力,因此加速度不为零,故 A 项错误;小球经过 B 点时,有向上的向心加速度,小球处于超重状态,故 B 项错误;设碗对小球的支持力与竖直方向的夹角为 θ ,则小球由 A 点运动到 B 点的过程中, θ 逐渐减小,小球的速度逐渐增大,根据牛顿第二定律可得 $F_N - mg \cos \theta = m \frac{v^2}{R}$,故碗对小球的支持力逐渐增大,C 项错误;经过

B 点时,有 $F_N - mg = m \frac{v_B^2}{R}$,由 A 点运动到 B 点的过程中,根据动能定理可得 $mgR = \frac{1}{2}mv_B^2$,联立可得小球对碗的压力 $F_N = F_N = 3mg$,故 D 项正确。

7. C 【解析】4 个小球从抛出点到落地点的竖直位移相等,由 $W_G = mgh$ 可知重力做的功均相等,故 A 项错误;由于时间关系为 $t_C > t_A = t_B > t_D$,因此运动过程中重力对 4 个小球做功的平均功率大小关系为 $\overline{P_C} < \overline{P_A} = \overline{P_B} < \overline{P_D}$,故 B、D 项错误;落地时重力的瞬时功率 $P = mgv_y$, v_y 为竖直方向上的分速度,由于落地时小球 A、B 竖直分速度相等,小球 C、D 竖直分速度相等,且小球 C、D 竖直分速度较大,故 $P_A = P_B < P_C = P_D$,C 项正确。

二、多项选择题

8. BC 【解析】设篮球出手时的高度为 h ,离篮筐的水平距离为 x ,篮筐的高度为 H ,采用逆向思维法,将篮球的运动倒过来看相当于篮球从篮筐处水平抛出做平抛运动,第二次运动下落的高度较小,由 $H-h = \frac{1}{2}gt^2$ 可知,时间较短,又水平位移相同,由 $v_x = \frac{x}{t}$ 可知第二次平抛的初速度较大,即第二次投篮时,篮球到达篮筐时的速度较大,C 项正确,D 项错误;根据 $v_y = gt$ 可知第二次抛出 v_y 较小,但 v_x 较大,由 $\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x}$ (其中 α 为速度方向与水平方向的夹角),可得第二次投篮时,篮球出手时的速度方向与水平方向的夹角较小,A 项错误,B 项正确。
9. BD 【解析】根据 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$,可得地球卫星的环绕速度大小 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$,天通一号卫星的轨道半径相等,则速率相等,与卫星的质量无关,故 A 项错误;第一宇宙速度 7.9 km/s 是近地卫星的环绕速度,也是地球卫星绕地球做匀速圆周运动的最大环绕速度,而天通一号卫星的轨道半径要大于近地卫星的轨道半径,故天通一号卫星运行的线速度一定小于第一宇宙速度,B 项正确;天通一号卫星在地球静止轨道上运行,不可能在北京的正上空保持相对静止,故 C 项错误;根据万有引力提供向心力可得 $\frac{GMm}{(5R+R)^2} = ma$,据地球表面万有引力等于重力可得 $\frac{GMm}{R^2} = mg$,联立

可得 $a \approx \frac{1}{44}g$, 故该系列卫星的向心加速度约为地球表面重力加速度的 $\frac{1}{44}$, D 项正确。

10. AD 【解析】设斜面的倾角为 α , 小滑块上滑过程中重力势能的表达式为 $E_p = mgx \sin \alpha$, 下滑过程 $E_p = mg(2L - x) \sin \alpha$, 故 A 项正确; 又因为上滑和下滑过程, 小滑块的加速度不同, 因此上滑和下滑过程的时间不相等, 因此最大重力势能不可能在 $\frac{t_0}{2}$ 时, 故 B 项错误; 小滑块上滑过程有 $-(mgsin \theta + f)x = E_k - E_{k_0}$, 可得 $E_k = E_{k_0} - (mgsin \theta + f)x$, E_k 与 x 成一次函数关系, 下滑过程有 $(mgsin \theta - f)(x - L) = E_k - 0$, 可得 $E_k = (mgsin \theta - f)x - (mgsin \theta - f)L$, E_k 与 x 成一次函数关系, 故上滑过程图像的斜率较大, 返回底端时的末速度较小, D 项正确; 由于速率 v 与时间 t 具有线性关系, 故动能 E_k 与时间 t 成二次函数关系, C 项错误。

三、非选择题

11. (4) $\frac{d}{t_1}$ (1分) $\frac{d}{t_2}$ (1分) $\frac{1}{2}m(\frac{d}{t_1})^2 - \frac{1}{2}m(\frac{d}{t_2})^2$ (1分)

(5) $\frac{t_2^2 - t_1^2}{t_2^2}$ (1分)

(6) 增大 (1分)

【解析】(4) 根据题意, 设小球下落、上升过程通过光电门时的速度分别为 v_1 、 v_2 , 则有 $v_1 = \frac{d}{t_1}$, $v_2 = \frac{d}{t_2}$, 小球与缓震材料碰撞过程中机械能的损失量即为小球碰撞后动能的损失量 $\Delta E = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}m(\frac{d}{t_1})^2 - \frac{1}{2}m(\frac{d}{t_2})^2$ 。

(5) 根据题意, 小球经过光电门时的动能即为小球的机械能, 可知小球碰撞前的机械能 $E_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}m(\frac{d}{t_1})^2$, 碰撞后的机械能 $E_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}m(\frac{d}{t_2})^2$, 该缓震材料的吸能比 $\eta = \frac{E_1 - E_2}{E_1}$, 联立解得 $\eta = \frac{t_2^2 - t_1^2}{t_2^2}$ 。

(6) 若调高光电门的高度, 较调整之前小球会经历较大的空中距离, 所以将会增大因空气阻力引起的测量误差。

12. (1) 需要 (1分) 不需要 (1分)
 (2) 6.19 (6.18~6.20, 1分) 1.90 (1分)
 (3) 偏小 (2分)
 (4) 当小车质量一定时, 它的加速度与所受到的合力

成正比 (2分) $\frac{2}{k} - m_0$ (2分)

【解析】(1) 尽管实验装置采用了力传感器, 也需要平衡摩擦力, 否则力传感器的示数不等于合力大小的 $\frac{1}{2}$; 实验中, 根据力传感器的读数可以直接求出小车受到的拉力, 不需要满足“小车的质量 M 远大于砂和砂桶的总质量 m ”这一条件。

(2) 刻度尺的最小分度为 1 mm, 故读数为 6.19 cm, 根据逐差法, 可得 $a = \frac{(11.92 + 13.78 + 15.70) - (6.19 + 8.11 + 10.00)}{9 \times 0.1^2} \times 10^{-2} \text{ m/s}^2 = 1.90 \text{ m/s}^2$ 。

(3) 若打点计时器所接交流电源的频率大于 50 Hz, 则实际打点周期较小, 求得加速度的测量值小于真实值。

(4) 对小车和小滑轮, 根据牛顿第二定律有 $2F = (M + m_0)a$ 即 $a = \frac{2}{M + m_0}F$, 可知 $a - F$ 图像的斜率为 $k = \frac{2}{M + m_0}$, 解得小车的质量为 $M = \frac{2}{k} - m_0$ 。

13. 【解析】(1) 在匀加速过程中, 汽车的加速度为

$$a_1 = \frac{v_m - 0}{t_1} \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得 } a_1 = 5 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{由牛顿第二定律得 } F_1 - f - mg = ma_1 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得 } F_1 = 3 \times 10^4 \text{ N} \quad (1 \text{分})$$

$$(2) \text{匀减速过程有 } 0 - v_m^2 = 2a_2x_2 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得 } a_2 = -5 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{由牛顿第二定律得 } F_2 - f - mg = ma_2 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得 } F_2 = 1 \times 10^4 \text{ N} \quad (1 \text{分})$$

$$(3) \text{匀加速过程, 汽车的位移为 } x_1 = \frac{v_m + 0}{2}t_1 = 90 \text{ m} \quad (1 \text{分})$$

$$\text{匀速过程, 汽车的位移 } x_2 = v_m t_2 = 150 \text{ m} \quad (1 \text{分})$$

整个攀升过程, 汽车的总位移大小为

$$x = x_1 + x_2 + x_3 = 330 \text{ m}$$

汽车机械能的增加量

$$\Delta E = mgx = 6.468 \times 10^6 \text{ J} \quad (1 \text{分})$$

14. 【解析】(1) “旋转飞椅”稳定转动时, 对游客和座椅整体进行受力分析可得钢绳上的拉力

$$F = \frac{mg}{\cos \theta} \quad (1 \text{分})$$

设此时座椅到中心轴的距离为 R , “旋转飞椅”转动一周所用的时间为 T

$$\text{有 } R = r + L \sin \theta \quad (1 \text{分})$$

$$\text{由牛顿第二定律可得 } mg \tan \theta = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 R \quad (2 \text{分})$$

$$\text{联立解得 } T = 2\pi \sqrt{\frac{r + L \sin \theta}{g \tan \theta}} \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 由牛顿第二定律可得 } mg \tan \theta = m \frac{v^2}{R} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v = \sqrt{g \tan \theta (r + L \sin \theta)} \quad (1 \text{ 分})$$

“旋转飞椅”由静止至稳定转动过程,每个游客(含座椅)机械能的增加量为

$$\Delta E = \Delta E_k + \Delta E_p = \frac{1}{2} m v^2 + mgL(1 - \cos \theta) \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{全部游客(含座椅)机械能的增加量为 } \Delta E_{\text{总}} = 10 \Delta E \quad (1 \text{ 分})$$

从启动到“旋转飞椅”刚稳定转动过程中,电机至少需要对“旋转飞椅”做的功 $W = \Delta E_{\text{总}}$ (1分)

$$\text{联立解得 } W = 5mg \tan \theta (r + L \sin \theta) + 10mgL(1 - \cos \theta) \quad (2 \text{ 分})$$

15. 【解析】(1) 设小球碰地前的速度为 v_1 , 碰地后的速度为 v_2

根据机械能守恒定律, 对小球下落过程, 有

$$mgH = \frac{1}{2} m v_1^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{碰地后上升过程, 有 } mg \cdot \frac{H}{4} = \frac{1}{2} m v_2^2 \quad (1 \text{ 分})$$

小球碰地后的速度大小与碰地前的速度大小之比

$$e = \frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{2} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 对小球拍打后, 设小球碰地前的速度为 v_3 , 碰地

后的速度为 v_4

根据动能定理, 对小球下落过程, 有

$$W + mgH = \frac{1}{2} m v_3^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{碰后上升过程, 有 } mgH = \frac{1}{2} m v_4^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{又 } \frac{v_4}{v_3} = e = \frac{1}{2} \quad (1 \text{ 分})$$

联立解得拍打瞬间对小球做的功 $W = 3mgH$ (1分)

(3) 对小球拍打后, 设小球碰地前的速度为 v_5 , 碰地后的速度为 v_6 , 反弹后运动到 A 点时的速度为 v_7

根据动能定理, 对小球下落过程, 有

$$W' + mgH = \frac{1}{2} m v_5^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{碰后上升过程, 有 } mgH + \frac{1}{2} m v_7^2 = \frac{1}{2} m v_6^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{又 } \frac{v_6}{v_5} = e = \frac{1}{2} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } v_7 = \sqrt{\frac{W'}{2m} - \frac{3gH}{2}} \quad (1 \text{ 分})$$

小球从圆弧飞出来后在空中做平抛运动

$$\text{竖直方向有 } H = \frac{1}{2} g t^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{水平方向有 } x = v_7 t \quad (1 \text{ 分})$$

要使小球落到圆盘上, 则应满足 $H \leq x \leq 2H$ (1分)

$$\text{联立解得 } 4mgH \leq W' \leq 7mgH \quad (1 \text{ 分})$$