

2021 届高三 10 月大联考

物理参考答案与评分标准

一、单项选择题:本题共 8 小题,每小题 3 分,共 24 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1.【答案】C

【命题意图】本题考查物理学史中力学的主要脉络,通过标志性科学家及其成就,勾勒整个物理发展的过程。内容源于课本。

【解析】A 项,伽利略不仅确立了描述运动的基本概念,而且研究了自由落体运动,并提出了理想化物理实验,将数学推理和实验相结合,奠定了整个物理学科学研究的基础,A 项正确。B 项,牛顿的三大运动定律,奠定了整个力学的基础,B 项正确。C 项,第谷经过几十年的长期观察,积累了大量的天文学数据,其学生开普勒归纳总结出了开普勒三定律,C 项错误。D 项,卡文迪许通过实验,测量出万有引力常量,由 $\frac{GMm}{R^2} = mg$ 可知 $M = \frac{gR^2}{G}$,故卡文迪许被称为“称量地球质量的人”。

2.【答案】B

【命题意图】本题考查牛顿第二定律在实际生活中的运用。

【解析】人跳出后打开稳定伞,做初速度为零的匀加速直线运动。在竖直下落 1500 m 的过程中,由 $h = \frac{1}{2}at_1^2$ 可知 $a \approx 1.5 \text{ m/s}^2$,A 项错误。受力分析可知, $mg - f = ma$,解得 $f \approx 425 \text{ N}$,B 项正确。由 $v = \sqrt{2ax}$ 可知, $v \approx 67 \text{ m/s}$,C 项错误。打开主伞后,滑翔阶段向下做减速运动,加速度向上,即处于超重状态,D 项错误。

3.【答案】C

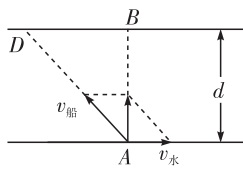
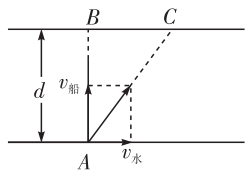
【命题意图】本题考查各种不同的运动图像,追击相遇问题,需要从图像中获取信息。

【解析】质点甲做匀加速直线运动,则 $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$,由图可知,第 1 s 内的位移为 $x_1 = 0 - (-2) = 2 \text{ m}$,前 2 s 内的位移为 $x_2 = 6 - (-2) = 8 \text{ m}$,代入解得: $v_0 = 0$, $a_{\text{甲}} = 4 \text{ m/s}^2$,故 A 项错误,D 项错误。质点乙做匀减速直线运动,根据 $0 - v^2 = 2ax$,解得匀减速过程中加速度大小 $a_{\text{乙}} = 5 \text{ m/s}^2$,故 B 项错误。由图线可知,乙的初速度为 10 m/s,则匀减速停下来的时间 $t = 2 \text{ s}$,位移 $x = 10 \text{ m}$,出发瞬间,乙在甲前方 2 m 处,即甲做匀加速直线运动 12 m,由 $12 = \frac{1}{2}4t^2$ 可知,经过 $\sqrt{6} \text{ s}$,甲追上乙,C 项正确。

4.【答案】A

【命题意图】本题考查运动的合成与分解。

【解析】两艘小船过河示意图如图所示。小船船头指向始终与河岸垂直,过河时间为 $t_1 = \frac{d}{v_{\text{船}}}$;小船行驶路线与河岸垂直,过河时间为 $t_2 = \frac{d}{\sqrt{v_{\text{船}}^2 - v_{\text{水}}^2}}$,将 $t_1 = 9 \text{ min}$, $t_2 = 15 \text{ min}$ 代入得 $v_{\text{船}} : v_{\text{水}} = 5 : 4$,A 项正确。

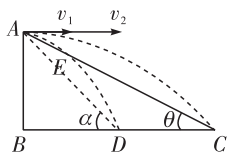


5.【答案】B

【命题意图】本题考查平抛运动。

【解析】对于平抛运动，其运动时间只由高度 h 决定，不管是以初速度 v_1 或 v_2 抛出，其落到斜面底端时间是一样，都为 t_2 。

设从 A 到 E 的时间为 t' ，由平抛运动规律得： $\tan \theta = \frac{\frac{1}{2}gt'^2}{v_1 t'}$ ，同理，从 A 到 D



的运动， $\tan \alpha = \frac{\frac{1}{2}gt_2^2}{v_1 t_2}$ 。根据数学几何问题可知， $\tan \theta = \frac{AB}{BC}$ ， $\tan \alpha = \frac{AB}{BD}$ ， $\tan \alpha = 2 \tan \theta$ ，即 $t_2 = 2t'$ ，由于 $t_2 = t_1 + t'$ ，因此 $t_1 : t_2 = 1 : 2$ 。即 A 到 E 和 E 到 D 的时间相等，都为 A 到 D 的时间的一半，又因为从 A 点抛出， D 、 C 在同一水平面上，高度相同，时间相同，即 $t_1 = t' = \frac{1}{2}t_2$ ，B 项正确。

6.【答案】C

【命题意图】本题考查关于生活中的圆周运动。

【解析】汽车做圆周运动，径向方向上合外力提供圆周运动的向心力，合外力不为零，故 A 项错误。径向方向上静摩擦力提供圆周运动的向心力，故 B 项错误。当发生相对运动的瞬间，径向方向上最大静摩擦力提供圆周运动的向心力， $\mu mg = m \frac{v^2}{R}$ ，摩托车过弯道的最大速度为 $v = \sqrt{\mu g R}$ ，C 项正确。汽车速度大小没有发生变化，切向方向上二力平衡， $F = kmg$ ，故 D 项错误。

7.【答案】C

【命题意图】本题考查万有引力与宇宙航行问题。

【解析】如图所示，宇宙飞船天问一号椭圆轨道半长轴大于地球公转半径，由开普勒第三定律可知，宇宙飞船天问一号椭圆轨道的周期大于地球公转的周期，A 项错误。由 $\frac{GM}{r^2} = a$ 可知，宇宙飞船天问一号位于火星与地球之间，距太阳的距离小于火星距太阳的距离，所以宇宙飞船天问一号的向心加速度大于火星公转的向心加速度，B 项错误。当天问一号飞向火星过程中，即在椭圆轨道上，万有引力做负功，引力势能增大，动能减小，机械能守恒，C 项正确。宇宙飞船天问一号从地球上发射，需要脱离地球的吸引，绕太阳运动，即发射速度大于第二宇宙速度，D 项错误。

【点拨】本题每个选项分别考查宇宙航行中相关物理量之间的对应关系，综合考查了学生对万有引力定律在航天中的运用。引导学生关注物理学定律与航天技术等现代科技的联系，了解人类对宇宙天体的探索历程，从万有引力定律的普适性认识自然界的统一性。

8.【答案】C

【命题意图】本题考查牵引力功率的理解和应用。

【解析】汽车以额定功率启动时，当牵引力等于摩擦力时，汽车具有最大速度，即 $v = \frac{P}{f}$ 。当司机

以 $\frac{P}{2}$ 的恒定功率启动, 速度为 $\frac{v}{4}$ 时, 此时牵引力 $F_1 = \frac{\frac{P}{2}}{\frac{v}{4}} = \frac{2P}{v}$, 由牛顿第二定律可知 $F_1 - f =$

ma_1 , 解得 $a_1 = \frac{P}{mv}$ 。速度为 $\frac{v}{3}$ 时, 此时牵引力 $F_2 = \frac{\frac{P}{2}}{\frac{v}{3}} = \frac{3P}{2v}$, 由牛顿第二定律可知 $F_2 - f = ma_2$,

解得 $a_2 = \frac{P}{2mv}$, 即 $\frac{a_1}{a_2} = 2$ 。故 C 项正确, A、B、D 项错误。

二、多项选择题: 本题共 4 小题, 每小题 4 分, 共 16 分。每小题有多个选项符合题目要求, 全部选对得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分。

9. 【答案】AD

【命题意图】本题考查超重、失重概念及速度-时间图像。

【解析】由 $v-t$ 图像可知, $0 \sim 2$ s 内的加速度 $a = 1 \text{ m/s}^2$, 由牛顿第二定律得 $F - mg = ma$, 代入数据解得 $F = 550 \text{ N}$, A 项正确。 $8 \sim 10$ s 内的加速度 $a = -1 \text{ m/s}^2$, 两加速度大小相等, 方向相反, B 项错误。 $8 \sim 10$ s 上升过程处于失重状态, 重力保持不变, C 项错误。由 $v-t$ 图像与 t 轴所围的面积可知电梯上升过程的总位移大小为 16 m, 方向竖直向上, D 项正确。

10. 【答案】ABC

【命题意图】本题考查 $F-t$ 图像与动量定理。

【解析】由图像可知物体前 2 s 做匀加速直线运动, $2 \sim 4$ s 做加速度减小的加速运动, $4 \sim 6$ s 做加速度增大的减速运动, 故 A 选项错误。由动量定理可知, 合外力冲量等于物体动量的变化, 物体从静止开始运动, 有 $Ft = \Delta mv$; 在 $F-t$ 图像中, 合外力的冲量即为所围成图形的面积。 $2 \times 2 + \frac{1}{2} \times 2 \times 2 = 1 \times v_1$, $v_1 = 6 \text{ m/s}$, 故 B 选项错误。在 $F-t$ 图像中, 合外力的冲量即为所围成图形的面积, 6 s 内合外力的冲量为 $4 \text{ N} \cdot \text{s}$, 故 C 选项错误。6 s 内合外力的冲量为 $4 \text{ N} \cdot \text{s}$ 。即 6 s 末的瞬时速度为 $v_6 = 4 \text{ m/s}$, 由 $E_k = \frac{1}{2}mv_6^2 = 8 \text{ J}$, 故 D 选项正确。

11. 【答案】AD

【命题意图】本题考查牛顿第二定律和板块模型问题。

【解析】若 $\mu_2 \neq 0$, 当 C 的质量 $m_c < \mu_2(M+m)$ 时, 即绳子拉力小于 AB 整体的最大静摩擦力, 整体保持静止, A、B 之间的摩擦力为 0, 故 A 项正确。

若 $\mu_2 \neq 0$, 以 AB 整体为研究对象, $F_T - \mu_2(M+m)g = (M+m)a$, 即绳子拉力 $F_T > \mu_2(M+m)g$, 故 B 项错误。

若 $\mu_2 = 0$, 以整体为研究对象, $m_c g = (M+m+m_c)a$, 以 A 为研究对象, A、B 刚好发生相对运动的瞬间, $\mu_1 mg = ma$, 联立解得 $m_c = \frac{(M+m)\mu_1}{1-\mu_1}$ 。当 C 的质量 $m_c < \frac{(M+m)\mu_1}{1-\mu_1}$ 时, A、B 一起向前做匀加速直线运动, A、B 保持相对静止, 即 A、B 之间的摩擦力为静摩擦力, 故 C 项错误。

若 $\mu_2 = 0$, 当 C 的质量 $m_c > \frac{(M+m)\mu_1}{1-\mu_1}$ 时, A、B 之间发生相对运动, 以 A 为研究对象, $\mu_1 mg = ma$, A 的加速度为 $\mu_1 g$, 故 D 项正确。

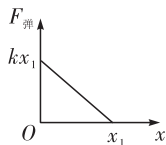
【考向趋势】多物体的连接体问题是近几年高考的热点, 本题以常见的连接体为切入点, 以受力分析为载体, 考查受力平衡、力与运动等知识, 考查知识的应用能力, 落实运动观念和科学推理

等学科核心素养。多物体、多过程的综合问题是学生的难点和易错点。当初始条件发生变化，物体的受力状态和运动状态均会随之变化，务必引起重视，应加强复习和并做好针对训练。

12. 【答案】AD

【命题意图】本题以 $F-x$ 图像为载体，考查力与运动、功能关系的综合运用。

【解析】最开始处于平衡状态， $mg = kx_1$ 。施加向上拉力，物块刚开始运动的瞬间， $F_0 + kx_1 - mg = ma_1$ ，解得 $a_1 = \frac{F_0}{m}$ ，B 项错误。物块向上运动的过程中， $F + k(x_1 - x) - mg = ma$ ，即 $F = kx - kx_1 + mg + ma$ ，而 $F = F_0 + kx$ ， F 与 x 成一次函数，所以加速度为定值，即向上做匀加速直线运动，A 项正确。物块向上运动的过程中，将物块与弹簧看成整体，拉力对物体做正功，整体机械能增加，C 项错误。由题意可知，弹力做功图像如图所示，弹簧弹力做的功即为所围成图形的面积， $w_{\text{弹}} = \frac{1}{2} kx_1^2$ ；



以物块为研究对象，拉力做的功即为围成图形的面积，由动能定理可知，

$\frac{1}{2}(F_0 + F_1)x_1 - mgx_1 + \frac{1}{2}kx_1^2 = \frac{1}{2}mv^2$ ，又因为 $mg = kx_1$ ，解得 $v = \sqrt{\frac{(F_0 + F_1)x_1}{m} - gx_1}$ ，故 D 项正确。

三、非选择题：本题共 6 小题，共 60 分。

13. (6 分)

【答案】(1)12.6 m/s²(2 分) (2)0.12 m/s(2 分) (3)偏大(2 分)

【命题意图】本题考查纸带数据分析及逐差法求加速度。

【解析】(1)由题意可知，计数点间的时间间隔 $T = 0.1$ s，根据逐差法，可知加速度 $a = \frac{\Delta x}{T^2} = \frac{x_{DE} + x_{CD} - x_{BC} - x_{AB}}{4T^2} = 12.6 \text{ m/s}^2$ 。

(2)B 点的瞬时速度 $v_B = \bar{v}_{AC} = \frac{x_{AC}}{2T} = 1.38 \text{ m/s}$ ，由 $v_B = v_A + aT$ 可得 $v_A = 0.12 \text{ m/s}$ 。

(3)若交流电的实际频率是 49 Hz，会导致打点周期变大，而处理数据计算加速度时还用的是原来的较小的周期，即测量出的加速度比实际值偏大。

14. (9 分)

【答案】(1) $mgh = \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{\Delta t}\right)^2$ (3 分) (2)小些(1 分)

原因一：当小球经过光电门时，用平均速度近似代替瞬时速度，间隔越短，误差越小(1 分)

原因二：在小球摆动过程中，小球体积越小，空气阻力影响越小(1 分)

(3) $\frac{d^2}{2k}$ (3 分)

【命题意图】本题考查动能定理的实验。

【解析】(1)小球由静止释放以后，绳子拉力不做功，只有重力做功。由动能定理可知， $mgh = \frac{1}{2}mv^2$ ， $v = \frac{d}{\Delta t}$ ，联立解得 $mgh = \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{\Delta t}\right)^2$ 。

(2) d 应该越小越好,当小球经过光电门时,用平均速度近似代替瞬时速度,间隔越短,误差越小;在小球摆动过程中,小球体积越小,空气阻力影响越小。

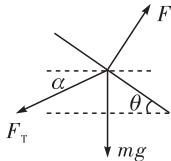
(3) 由 $mgh = \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{\Delta t}\right)^2$ 解得 $h = \frac{d^2}{2g} \times \frac{1}{(\Delta t)^2}$, 即斜率 $k = \frac{d^2}{2g}$, 解得 $g = \frac{d^2}{2k}$ 。

15. (8分)

【答案】 $F = \frac{mg \cos \alpha}{\cos(\alpha + \theta)}$, $F_T = \frac{mg \sin \theta}{\cos(\alpha + \theta)}$ 。

【命题意图】 本题考查共点力平衡。

【解题思路】 以风筝为研究对象, 受力分析如图所示: (1分)



正交分解可知:

$$F \sin \theta = F_T \cos \alpha \quad (1 \text{分})$$

$$F \cos \theta = mg + F_T \sin \alpha \quad (2 \text{分})$$

联立解得,

$$F_T = \frac{mg \sin \theta}{\cos(\alpha + \theta)} \quad (2 \text{分})$$

$$F = \frac{mg \cos \alpha}{\cos(\alpha + \theta)} \quad (2 \text{分})$$

【一题多解】 本题还可以以沿风筝和垂直于风筝建坐标系:

$$F = mg \cos \theta + F_T \sin(\theta + \alpha) \quad (2 \text{分})$$

$$mg \sin \theta = F_T \cos(\theta + \alpha) \quad (2 \text{分})$$

联立解得,

$$F_T = \frac{mg \sin \theta}{\cos(\alpha + \theta)} \quad (2 \text{分})$$

$$F = \frac{mg \cos \alpha}{\cos(\alpha + \theta)} \quad (2 \text{分})$$

16. (8分)

【答案】 $\sqrt{\frac{2hR}{t^2}}$ (4分) $\frac{3h}{2\pi GRt^2}$ (4分)

【命题意图】 本题考查万有引力定律的运用。

【解题思路】 由 $h = \frac{1}{2}g't^2$ (1分)

可知, $g' = \frac{2h}{t^2}$ 。(1分)

第一宇宙速度 $v = \sqrt{g'R}$ 。(1分)

代入可得 $v_1 = \sqrt{\frac{2hR}{t^2}}$ 。(1分)

由 $G \frac{Mm}{R^2} = mg'$ (1分)

可知: $M = \frac{g'R^2}{G}$, (1分)

密度 $\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$, (1分)

联立解得： $\rho = \frac{3h}{2\pi GRt^2}$ 。(1分)

【易错点拨】要注意明确题目中哪些物理量是已知量，对于题目中没有明确说明的物理量，通常按照未知量处理。

17. **【解析】**本题意在考查匀变速直线运动公式及其应用、牛顿第二定律、动量守恒定律和机械能守恒定律。

(1) 碰后瞬间，设小球的速度为 v ，钢板的速度为 v_1 ，小球与钢板发生弹性正碰，满足动量守恒和机械能守恒，则

$$m_0 v_0 = m_0 v + M v_1 \quad (2 \text{分})$$

$$\frac{1}{2} m_0 v_0^2 = \frac{1}{2} m_0 v^2 + \frac{1}{2} M v_1^2 \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } v = \frac{m_0 - M}{m_0 + M} v_0 = -1 \text{ m/s}, v_1 = \frac{2m_0 v_0}{m_0 + M} = 4 \text{ m/s}$$

小球的速度大小为 1 m/s，钢板的速度大小为 4 m/s(2分)

(2) 碰后，钢板水平向右做匀减速直线运动，滑块向右做匀加速直线运动直至与滑块的速度相同

$$\text{钢板的加速度大小 } a_1 = \frac{\mu_1(M+m)g + \mu_2 mg}{M} = 6 \text{ m/s}^2 \quad (2 \text{分})$$

$$\text{滑块加速运动的加速度大小 } a_2 = \frac{\mu_2 mg}{m} = 2 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{分})$$

钢板与滑块速度相同时有 $v_1 - a_1 t_1 = v_2 = a_2 t_1$ (2分)

$$\text{解得 } t_1 = 0.5 \text{ s} \quad (1 \text{分})$$

滑块和钢板之间的最大静摩擦力 $F_m = \mu_2 mg = 1 \text{ N}$ ，根据牛顿第二定律，滑块和钢板一起减速运动时滑块受到的摩擦力 $f = ma = \mu_1 mg = 0.5 \text{ N} < F_m$ ，所以滑块与钢板以相同的加速度一起水平向右做匀减速直线运动，则滑块在钢板上滑行的时间 $t = t_1 = 0.5 \text{ s}$ (2分)

18. (15分)

【答案】(1) 0.2 m (5分) (2) 228 J (10分)

【命题意图】本题考查牛顿第二定律、动能定理、功能关系。

【解析】(1) 若滑块从 Q 点静止释放，小滑块受到水平向左的摩擦力，小滑块从静止开始做匀加速直线运动，直到速度与传送带速度相等，(1分)

由动能定理可得 $\mu mg s_2 = \frac{1}{2} m v^2$ 得 $s_2 = 0.5 \text{ m} < 10 \text{ m}$ ，此后匀速直线运动，即物体在 P 点以 $v = 2 \text{ m/s}$ 沿着斜面冲上斜面。(1分)

设小滑块运动到斜面上离 P 点最远的距离为 x ，则由动能定理可知： $-mgx \sin \theta - \mu_1 mgx \cos \theta = 0 - \frac{1}{2} m v^2$ (2分)

$$\text{解得 } x = 0.2 \text{ m} \quad (1 \text{分})$$

(2) 小滑块沿斜面下滑，由动能定理可得：

$$mg s \sin \theta - \mu_1 mg s \cos \theta = \frac{1}{2} m v_p^2 - 0 \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得 } v_p = 8 \text{ m/s} \quad (1 \text{分})$$

$$\text{产生的热量 } Q_1 = \mu_1 mg s \cos \theta = 128 \text{ J} \quad (1 \text{分})$$

小滑块划上传送带后,受到水平向左的摩擦力,做匀减速直线运动,由动能定理得:

$$-\mu_2 mgs_1 = 0 - \frac{1}{2}mv_p^2。$$

$s_1 = 8 \text{ m} < 10 \text{ m}$,即小滑块先做匀减速,再反向匀加速,当速度与传送带速度相等,再做匀速直线运动(1分)

$$-\mu_2 mg = ma_2, \text{解得 } a_2 = -4 \text{ m/s}^2$$

$$\text{小滑块匀减速的时间 } t_2 = \frac{0 - v_p}{a_2} = 2 \text{ s (1分)}$$

$$\text{传送带与小滑块的相对位移 } \Delta x_2 = vt_2 + s_1 = 12 \text{ m (1分)}$$

$$\text{产生的热量 } Q_2 = \mu_2 mg \Delta x_2 = 96 \text{ J (1分)}$$

$$\text{此后反向匀加速: } t_3 = \frac{v - 0}{a_2} = 0.5 \text{ s}$$

$$\text{传送带与小滑块的相对位移 } \Delta x_3 = vt_3 - s_2 = 0.5 \text{ m (1分)}$$

$$\text{产生的热量 } Q_3 = \mu_2 mg \Delta x_3 = 4 \text{ J (1分)}$$

$$\text{小滑块从 A 运动到 Q 的过程中产生的热量 } Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 228 \text{ J (1分)}$$

【点拨】本题以斜面和传送带为情景,创设了匀变速直线运动的情景,引导学生分别通过力、能量的角度分析并解决问题。通过创设不同的初始状态,引导学生运用已有的概念和规律分析现象,进一步领会守恒思想,提高建模能力,提升科学论证能力。