

2019 北京东城区 171 中学高三（上）期中

物 理

（考试时间：90 分钟 总分：100 分）

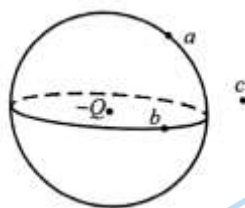
一、单项选择题（本题共10小题，每小题3分，共30分。每小题只有一个选项符合题意。）

1. 下列关于物理学史或物理方法的说法中正确的是（ ）

- A. 伽利略利用斜面“外推”研究自由落体运动时，直接测量铜球的速度与时间的关系，得到自由落体运动的规律
- B. 速度、加速度、动量和动能都是利用比值法定义的物理量
- C. 物理模型在物理学中起了重要作用，其中“质点”“点电荷”“光滑的轻滑轮”“轻弹簧”等都是理想化模型
- D. 牛顿发现了万有引力定律并测定了万有引力常量 G

2. 如图，a、b 两点位于以负点电荷 $-Q$ ($Q>0$) 为球心的球面上，c 点在球面外，则（ ）

- A. a 点场强的大小比 b 点大
- B. b 点场强的大小比 c 点小
- C. a 点电势比 b 点高
- D. b 点电势比 c 点低



3. 图 1 为一列简谐横波在 $t=0$ 时刻的波形图，P 是平衡位置在 $x=1.0\text{m}$ 处的质点，Q 是平衡位置在 $x=4.0\text{m}$ 处的质点；图 2 为质点 Q 的振动图像。下列说法正确的是（ ）

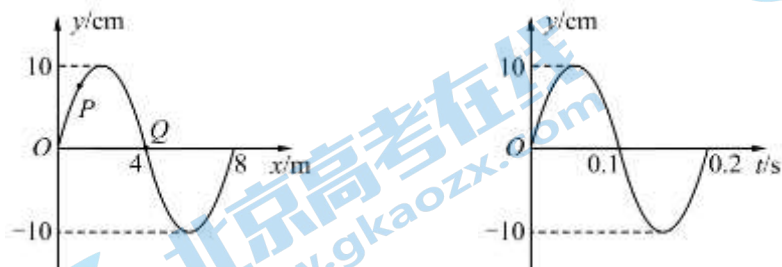


图 1

图 2

- A. $t=0$ 时质点 Q 向 y 轴负方向运动
- B. 从 $t=0$ 时起，质点 Q 比质点 P 先到达波谷

C. 在 $0 \sim 0.1\text{s}$ 内, 该波沿 x 轴正方向传播了 4m

D. 在 $0 \sim 0.2\text{s}$ 内, 质点 Q 通过的路程为 8m

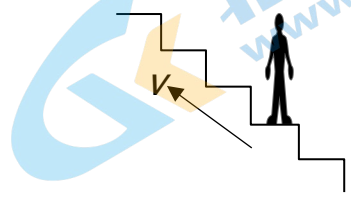
4. 在商场中, 为了节约能源, 无人时, 自动扶梯以较小的速度运行, 当有顾客站到扶梯上时, 扶梯先加速, 后匀速将顾客从一楼运送到二楼, 速度方向如图所示。若顾客与扶梯保持相对静止, 下列说法正确的是

A. 在加速阶段, 顾客所受支持力大于顾客的重力

B. 在匀速阶段, 顾客所受支持力大于顾客的重力

C. 在加速阶段, 顾客所受摩擦力与速度方向相同

D. 在匀速阶段, 顾客所受摩擦力与速度方向相同



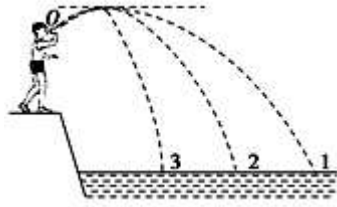
5. 小孩站在岸边向湖面抛石子, 三次的轨迹如图所示, 最高点在同一水平线上, 忽略空气阻力的影响, 下列说法正确的是 ()

A. 沿轨迹 3 运动的石子落水时速度最小

B. 沿轨迹 3 运动的石子在空中运动时间最长

C. 沿轨迹 1 运动的石子加速度最大

D. 三个石子在最高点时速度相等



6. 2018 年 1 月 31 日天空上演了“月全食血月”+“超级月亮”+“蓝月”三景合一的天文奇观。“超级月亮”看起来比平常大 14%、亮度提高了 30%。这是因为月球沿椭圆轨道绕地球运动到近地点的缘故。下列说法中正确的是 ()

A. 此时月球的速度最小

B. 此时月球的加速度最大

C. 月球由远地点向近地点运动的过程, 地球对月球的万有引力做负功

D. 月球由远地点向近地点运动的过程, 月球的机械能减小



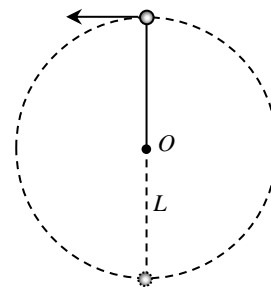
7. 如图所示, 轻杆长为 L , 一端固定在水平轴上的 O 点, 另一端系一个小球 (可视为质点)。小球以 O 为圆心在竖直平面内做圆周运动, 且能通过最高点, g 为重力加速度。下列说法正确的是 ()

A. 小球通过最高点时速度不可能小于 \sqrt{gL}

B. 小球通过最高点时所受轻杆的作用力可能为零

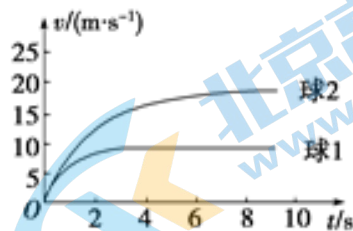
C. 小球通过最高点时所受轻杆作用力随小球速度的增大而增大

D. 小球通过最高点时所受轻杆作用力随小球速度的增大而减小



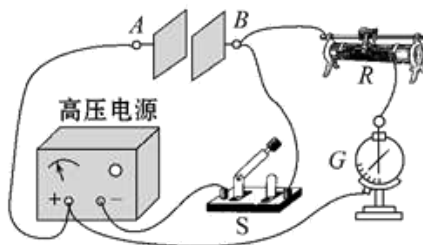
8. 在离地相同高度处，质量分别为 m_1 和 m_2 的球 1 与球 2 同时由静止开始下落，由于空气阻力的作用，两球在抵达地面前均已达到匀速运动状态。已知空气阻力与球的下落速度 v 成正比，即 $f = -kv$ ($k > 0$)，且两球的比例常数 k 完全相同，两球下落的 $v-t$ 关系如图所示，则下列叙述正确的是 ()

- A. $m_1 = m_2$ ，两球同时抵达地面
- B. $m_2 > m_1$ ，球 2 先抵达地面
- C. $m_2 < m_1$ ，球 2 先抵达地面
- D. $m_2 > m_1$ ，球 1 先抵达地面



9. 静电计是在验电器的基础上制成的，用其指针张角的大小来定性显示其金属球与外壳之间的电势差大小。如图所示，A、B 是平行板电容器的两个金属板，G 为静电计。开始时开关 S 闭合，静电计指针张开一定角度，为了使指针张开的角度增大些，下列采取的措施可行的是 ()

- A. 断开开关 S 后，将 A、B 分开些
- B. 保持开关 S 闭合，将 A、B 两极板分开些
- C. 保持开关 S 闭合，将 A、B 两极板靠近些
- D. 保持开关 S 闭合，将变阻器滑动触头向右移动



10. 我国高铁技术处于世界领先水平。和谐号动车组是由动车和拖车编组而成，提供动力的车厢叫动车，不提供动力的车厢叫拖车。假设动车组各车厢质量均相等，动车的额定功率都相同，动车组在水平直轨道上运行过程中阻力与车重成正比。某列车组由 8 节车厢组成，其中第 1、5 节车厢为动车，其余为拖车，则该动车组 ()

- A. 启动时乘客受到车厢作用力的方向与车运动的方向相反
- B. 做匀加速运动时，第 5、6 节与第 6、7 节车厢间的作用力之比为 3 : 2
- C. 进站时从关闭发动机到停下来滑行的距离与关闭发动机时的速度成正比
- D. 与改为 4 节动车带 4 节拖车的动车组最大速度之比为 2 : 3



二、多选题 (每题 3 分，共 12 分。)

11. 已知引力常量 G 、月球中心到地球中心的距离 r 和月球绕地球运行的周期 T 。仅利用这三个数据，可以估算的物理量有 ()

- A. 地球的质量
- B. 地球的密度

C. 地球的半径

D. 月球绕地球运行速度的大小

12. 火车以 60 m/s 的速率转过一段弯道, 某乘客发现放在桌面上的指南针在 10 s 内匀速转过了约 10° 。在此 10 s 时间内, 火车 ()

A. 运动路程为 600 m

B. 加速度为零

C. 角速度约为 1 rad/s

D. 转弯半径约为 3.4 km

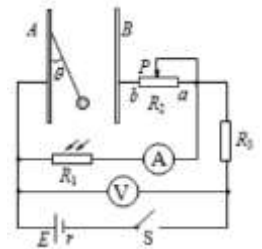
13. AB 两块正对的金属板竖直放置, 在金属板 A 的内侧表面系一绝缘细线, 细线下端系一带电小球。两块金属板接在如图所示的电路中。电路中的 R_1 为光敏电阻, R_2 为滑动变阻器, R_3 为定值电阻。当 R_2 的滑动触头 P 在 a 端时闭合开关 S。此时电流表 A 和电压表 V 的示数分别为 I 和 U, 带电小球静止时绝缘细线与金属板 A 的夹角为 θ , 电源电动势 E 和内阻 r 一定, 则以下说法正确的是 ()

A. 若将 R_2 的滑动触头 P 向 b 端移动, 则 I 不变, U 增大

B. 保持滑动触头 P 不动, 用更强的光线照射 R_1 , 则 I 增大, U 减小

C. 保持滑动触头 P 不动, 用更强的光照射 R_1 , 则小球重新达到稳定后 θ 变大

D. 保持滑动触头 P 不动, 用更强的光照射 R_1 , 则 U 的变化量的绝对值与 I 的变化量的绝对值的比值不变。



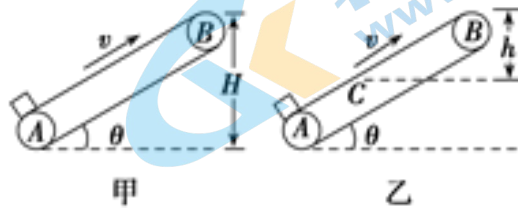
14. 如图所示, 甲、乙两传送带与水平面的夹角相同, 都以恒定速率 v 向上运动。现将一质量为 m 的小物体 (视为质点) 轻轻放在 A 处, 小物体在甲传送带上被传送到 B 处时恰好达到传送带的速率 v, 在乙传送带上被传送到离 B 处竖直高度为 h 的 C 处时达到传送带的速率 v。已知 B 处离地面的高度均为 H, 则在小物体从 A 到 B 的过程中 ()

A. 小物体与甲传送带间的动摩擦因数较大

B. 两传送带对小物体做功相等

C. 甲传送带消耗的电能比较大

D. 两种情况下因摩擦产生的热量相等



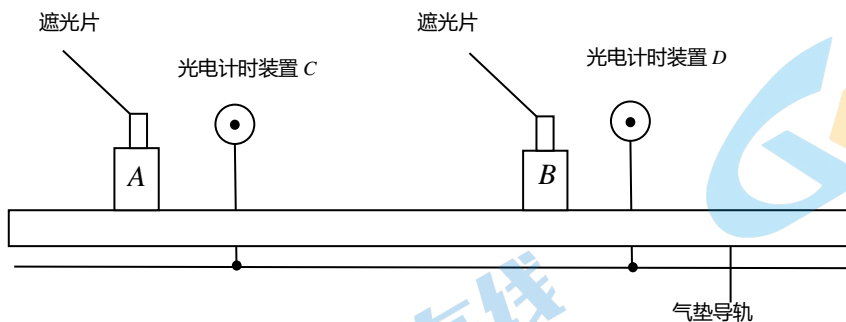
三、实验题

15. (6分) 如图所示, 某同学利用下图所示装置验证动量守恒定律。水平气垫导轨 (轨道与滑块间摩擦力忽略不计) 上装有两个光电计时装置 C 和 D, 可记录遮光片的遮光时间; 滑块 A、B 静止放在导轨上。乙同学按如下步骤进行实验:

a. 测量滑块 A 的质量 m_A , 滑块 B 的质量 m_B ;

b. 测量滑块 A 的遮光片的宽度 d_1 , 滑块 B 的遮光片的宽度 d_2 ;

- c. 给滑块A一向右瞬时冲量，让滑块A与静止的滑块B发生碰撞后，B、A依次通过光电计时装置D；
- d. 待B、A完全通过光电计时装置D后用手分别按住；
- e. 记录光电计时装置C显示的时间 t_1 和装置D显示的时间 t_2 、 t_3 。



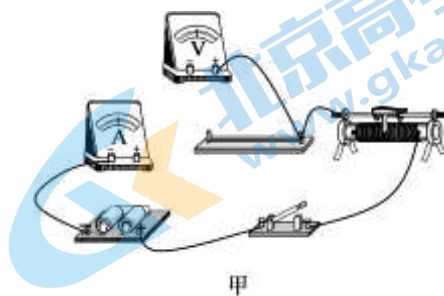
①完成上述实验步骤需要的实验器材有_____；

②按照乙同学的操作，若两滑块相碰前后的动量守恒，其表达式可表示为_____；两滑块碰撞过程中损失的机械能为_____。（用实验中的测量量表示）

16. (10分) 在“测定金属的电阻率”的实验中，小强同学先用多用电表粗测了一段粗细均匀的电阻丝的阻值（约为 $5\ \Omega$ ），随后将其固定在带有刻度尺的木板上，准备进一步精确测量其电阻。

现有电源（电动势 E 为 $3.0\ \text{V}$ ，内阻不计）、开关和导线若干，以及下列器材：

- A. 电流表（量程 $0\sim 3\ \text{A}$ ，内阻约 $0.025\ \Omega$ ）
- B. 电流表（量程 $0\sim 0.6\ \text{A}$ ，内阻约 $0.125\ \Omega$ ）
- C. 电压表（量程 $0\sim 3\ \text{V}$ ，内阻约 $3\ \text{k}\Omega$ ）
- D. 滑动变阻器（ $0\sim 20\ \Omega$ ，额定电流 $2\ \text{A}$ ）
- E. 滑动变阻器（ $0\sim 100\ \Omega$ ，额定电流 $1\ \text{A}$ ）



①为减小误差，且便于操作，在实验中电流表应选_____，滑动变阻器应选_____（选填器材前的字母）。

②如图甲，是测量该电阻丝实验器材的实物图，图中已连接了部分导线，还有两根导线没有连接，请补充完成。

③在开关闭合前，滑动变阻器的滑片应当调到最_____（选填“左”或“右”）端；闭合开关后，实验中电压表读数的最小值_____（选填“大于零”或“等于零”）。

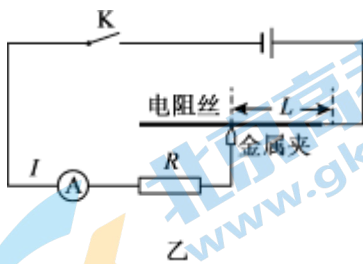
④若不计实验中偶然误差，则下列说法正确的是_____。

- A. 测量值偏大，产生系统误差的主要原因是电流表分压

- B. 测量值偏小，产生系统误差的主要原因是电压表分流
- C. 若已知电压表的内阻，可计算出待测电阻的真实值
- D. 若已知电流表的内阻，可计算出待测电阻的真实值

⑤小鹏同学仍用上述电源，也设计了一个实验，电路如图乙所示， R 为保护电阻，已测出电阻丝的横截面积为 S ，用一个带有接线柱的小金属夹沿电阻丝滑动，可改变接入电路中电阻丝的长度 L ，实验中记录了几组不同长度 L 对应的电流 I 。他准备利用图像法处理数据来计算该电阻丝的电阻率。

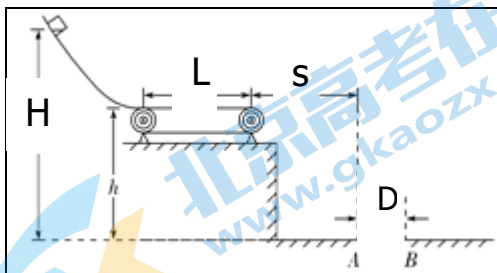
请分析说明小鹏同学应该做出怎样的线性函数图像，并定性画出该图像；请指出在本实验中电流表的内阻对该电阻丝电阻率的测量结果有无影响。



四、计算题（共 42 分）

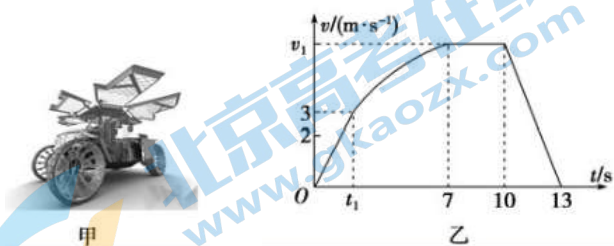
17. (8 分) 如图所示，一光滑曲面的末端与一长 $L=1\text{ m}$ 的水平传送带相切，传送带离地面的高度 $h=1.25\text{ m}$ ，传送带的动摩擦因数 $\mu=0.1$ ，地面上有一个直径 $D=0.5\text{ m}$ 的圆形洞，洞口最左端的 A 点离传送带右端的水平距离 $s=1\text{ m}$ ，B 点在洞口的最右端。传送带以恒定的速度做顺时针运动。现使某小物体从光滑曲面上距离地面高度 H 处由静止开始释放，到达传送带上后小物体的速度恰好和传送带相同，并最终恰好由 A 点落入洞中。求：($g=10\text{ m/s}^2$)

- (1) 传送带的运动速度 v ；
- (2) H 的大小；
- (3) 若要使小物体恰好由 B 点落入洞中，小物体在曲面上由静止开始释放的位置距离地面的高度 H' 应该是多少？



18. (10分) 为登月探测月球, 上海航天技术研究院研制了“月球车”, 如图甲所示, 某探究性学习小组对“月球车”的性能进行了研究。他们让“月球车”在水平地面上由静止开始运动, 并将“月球车”运动的全过程记录下来, 通过数据处理得到如图乙所示的 $v-t$ 图象, 已知 $0 \sim t_1$ 段为过原点的倾斜直线; $t_1 \sim 10$ s 内“月球车”牵引力的功率保持不变, 且 $P=1.2$ kW, $7 \sim 10$ s 段为平行于横轴的直线; 在 10 s 末停止遥控, 让“月球车”自由滑行, “月球车”质量 $m=100$ kg, 整个过程中“月球车”受到的阻力 f 大小不变。

- (1) 求“月球车”所受阻力 f 的大小和“月球车”匀速运动时的速度大小;
- (2) 求“月球车”在加速运动过程中的总位移 s ;
- (3) 求 $0 \sim 13$ s 内牵引力所做的总功。



19. (12分) (1) 科学家发现, 除了类似太阳系的恒星-行星系统, 还存在许多双星系统, 通过对它们的研究, 使我们对宇宙有了较深刻的认识。双星系统是由两个星体构成, 其中每个星体的线度(直径)都远小于两星体间的距离, 一般双星系统距离其他星体很远, 可以当做孤立系统处理。已知某双星系统中每个星体的质量都是 M_0 , 两者相距 L , 它们正围绕两者连线的中点做匀速圆周运动, 引力常量为 G 。求:

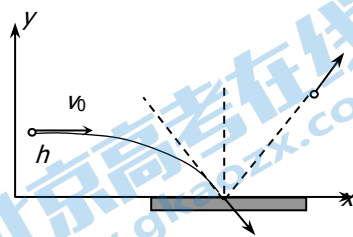
- ①该双星系统中星体的加速度大小 a ;
- ②该双星系统的运动周期 T 。

(2) 微观世界与宏观世界往往存在奇妙的相似性。对于氢原子模型, 因为原子核的质量远大于电子质量, 可以忽略原子核的运动, 形成类似天文学中的恒星-行星系统, 记为模型 I。另一种模型认为氢原子的核外电子并非绕核旋转, 而是类似天文学中的双星系统, 核外电子和原子核依靠库仑力作用使它们同时绕彼此连线上某一点做匀速圆周运动, 记为模型 II。已知核外电子的质量为 m , 氢原子核的质量为 M , 二者相距为 r , 静电力常量为 k , 电子和氢原子核的电荷量大小均为 e 。

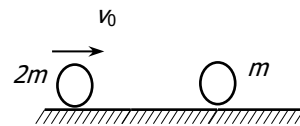
模型 I、II 中系统的总动能分别用 E_{kI} 、 E_{kII} 表示, 请推理分析, 比较 E_{kI} 、 E_{kII} 的大小关系;

20. (12分) 在应用牛顿运动定律、动量定理、动量守恒定律时，可以在相互垂直的 x 、 y 两个方向上分别研究。

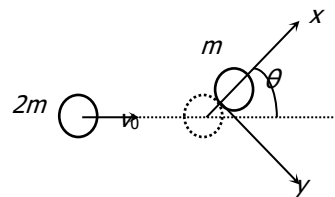
(1) 一个质量为 m 的小球以速度 v_0 从高为 h 处平抛，落到光滑地面上与地面发生碰撞，碰撞时间极短，碰撞过程中没有机械能损失。小球碰后水平速度不变，竖直方向原速率反弹，重力加速度为 g 。求小球与地面碰撞时小球受到地面的冲量的大小及方向。



(2) a. 在光滑的水平面上一个质量 $2m$ 的 A 球以速度 v_0 撞击一个静止在水平面上的质量为 m 的 B 球，碰撞过程没有机械能损失。碰撞后两球仍在同一条直线上运动。求碰后 A、B 两球的速度大小。



b. 接 a，如果碰撞后两球速度不在一条直线上，如图所示。在图中建立了直角坐标系， x 轴为两球心连线方向（两球碰撞时的作用力方向）， x 轴与速度 v_0 的夹角 $\theta = 53^\circ$ 。求碰后 A、B 两球的速度大小。



2019 北京东城区 171 中学高三（上）期中物理参考答案

1. C 2. D 3. C 4. A 5. A

6. B 7. B 8. B 9. A 10. B

11. AD 12. AD 13. BD 14. BC

15. 6 分

①托盘天平（带砝码）、刻度尺（或游标卡尺）

$$\textcircled{1} m_A \frac{d_1}{t_1} = m_B \frac{d_2}{t_2} + m_A \frac{d_1}{t_3}; \quad \Delta E = \frac{1}{2} m_A \left(\frac{d_1}{t_1}\right)^2 - \frac{1}{2} m_B \left(\frac{d_2}{t_2}\right)^2 - \frac{1}{2} m_A \left(\frac{d_1}{t_3}\right)^2$$

16. 10 分

①B; D (2 分)

②如图所示 (2 分)

③左; 大于零 (2 分)

④BC (2 分)

⑤设电阻丝连入电路部分的电阻为 R_x , 保护电阻的阻值为 R , 电流表的内阻为 R_A ,

由闭合电路欧姆定律 $E = I(R_x + R + R_A)$ 和电阻定律 $R_x = \rho \frac{L}{S}$ 得:

$$\frac{E}{I} = \rho \frac{L}{S} + R + R_A$$

进一步整理可得: $\frac{1}{I} = \frac{\rho}{ES} L + \frac{R + R_A}{E}$

显然, $\frac{1}{I}$ 随 L 线性变化, 可见应该画 $\frac{1}{I}$ - L 图像。

图像如图所示。

该图像的斜率为 $k = \frac{\rho}{ES}$, 所以电阻率 $\rho = ESk$

由表达式可知, 电流表的电阻 R_A 只影响图像的截距而不影响图像的斜率, 所以, 电流表的内阻对该电阻丝电阻率的测量结果没有影响。 (2 分)

17. 8 分 (2+3+3)

解析 (1) 最终恰好由 A 点落入洞中, 由平抛运动规律可知 $s = vt$

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{解得 } v' = \sqrt{\frac{g}{2h}} \times (s+D) = \sqrt{\frac{10}{2 \times 1.25}} \times (1+0.5) \text{ m/s} = 3 \text{ m/s}$$

从小物体开始释放到刚要滑出传送带的过程, 由能量守恒定律知:

$$mgH' = mgh + \mu mgL + \frac{1}{2}mv'^2$$

$$\text{解得 } H' = h + \mu L + \frac{v'^2}{2g} = 1.25 + 0.1 \times 1 + \frac{3^2}{2 \times 10} = 1.8 \text{ m}.$$

答案 (1) 2 m/s (2) 1.45 m (3) 1.8 m

18. 10 分 (3+4+3)

【解析】(1) 在 10s 末撤去牵引力后, “月球车” 只在阻力 f 作用下做匀减速运动, 由图像可得 $a = \frac{v_1}{3}$ 由牛顿第二定律得, 其阻力 $f = ma$

7~10s 内 “月球车” 匀速运动, 设牵引力为 F , 则 $F = f$

由 $P = Fv_1$ 可得 “月球车” 匀速运动时的速度 $v_1 = P/F = P/f$

$$\text{联立解得 } v_1 = \frac{6m}{s}, a = \frac{2m}{s^2}, f = 200N$$

(2) “月球车” 的加速运动过程可以分为 $0 \sim t_1$ 时间内的匀加速运动和 $t_1 \sim 7$ s 时间内的变加速运动两个阶段, t_1 时功率为 $P = 1.2 \text{ kW}$, 速度为 $v_t = 3 \text{ m/s}$

由 $P = F_1 v_t$ 可得此时牵引力为 $F_1 = P/v_t = 400 \text{ N}$

由牛顿第二定律: $F_1 - f = ma_1$, 解得 $0 \sim t_1$ 时间内的加速度大小为 $a_1 = (F_1 - f)/m = 2 \text{ m/s}^2$

$$\text{匀加速运动的时间 } t_1 = \frac{v_t}{a_1} = 1.5 \text{ s}$$

$$\text{匀加速运动的位移 } s_1 = \frac{1}{2}a_1 t_1^2 = 2.25 \text{ m}$$

在 $0 \sim 7$ s 内由动能定理可得

$$F_1 s_1 + P(7 - t_1) - fs = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

代入数据解得 “月球车” 在加速运动过程中的总位移 $s = 28.5 \text{ m}$

(3) 在 0~1.5 s 内, 牵引力做功

$$W_1 = F_1 s_1 = 400 \times 2.25 \text{ J} = 900 \text{ J}$$

在 1.5~10 s 内, 牵引力做功

$$W_2 = P \Delta t = 1\,200 \times (10 - 1.5) \text{ J} = 10\,200 \text{ J}$$

10 s 后, 停止遥控, 牵引力做功为零

$$0 \sim 13 \text{ s 内牵引力所做的总功 } W = W_1 + W_2 = 11\,100 \text{ J}$$

19. 12 分 (3+3+6)

(1) ①根据万有引力定律和牛顿第二定律有: $\frac{GM_0^2}{L^2} = M_0 a$ (2 分)

解得 $a = \frac{GM_0}{L^2}$ (1 分)

②由运动学公式可知, $a = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot \frac{L}{2}$ (2 分)

解得 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L^3}{2GM_0}}$ (1 分)

(2) ①模型 I 中, 设电子和原子核的速度分别为 v 对于电子绕核的运动, 根据库仑定律和牛顿第二定律有

$$\frac{ke^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \text{ (1 分)}$$

解得: $E_{k1} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{ke^2}{2r}$ (1 分)

模型 II 中, 设电子和原子核的速度分别为 v_1 、 v_2 , 电子的运动半径为 r_1 , 原子核的运动半径为 r_2 。根据库仑定律和牛顿第二定律

对电子有: $\frac{ke^2}{r^2} = \frac{mv_1^2}{r_1}$, 解得 $E_{k1} = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{ke^2}{2r_1}$ (1 分)

对于原子核有: $\frac{ke^2}{r^2} = \frac{Mv_2^2}{r_2}$, 解得 $E_{k2} = \frac{1}{2}Mv_2^2 = \frac{ke^2}{2r_2}$ (1 分)

系统的总动能: $E_{kII} = E_{k1} + E_{k2} = \frac{ke^2}{2r^2}(r_1 + r_2) = \frac{ke^2}{2r}$ (分)

即在这两种模型中, 系统的总动能相等。..... (1 分)

20. 12分 (4+4+4)

(1) 小球与地面碰撞时竖直方向速度 $v = \sqrt{2gh}$ [1分]

竖直方向, 由动量定理得: 小球受到地面的冲量 $I = 2m\sqrt{2gh}$ [2分]

冲量的方向向上 [1分]

(2) a. A、B 碰撞动量和机械能都守恒, 得

$$2mv_0 = 2mv_A + mv_B \quad [2分]$$

$$\frac{1}{2}2mv_0^2 = \frac{1}{2}2mv_A^2 + \frac{1}{2}mv_B^2 \quad [2分]$$

$$\text{解得: } v_A = \frac{1}{3}v_0, v_B = \frac{4}{3}v_0 \quad [1分]$$

b. 将 A 的初速度沿 x、y 方向分解

$$v_x = v_0 \cos\theta, v_y = v_0 \sin\theta \quad [1分]$$

y 方向不受力、A 沿 y 方向速度仍为 $v_{Ay} = v_0 \sin\theta$ [1分]

x 方向发生碰撞, 由 2a 问的结果得 $v_{Ax} = \frac{1}{3}v_0 \cos\theta, v_{Bx} = \frac{4}{3}v_0 \cos\theta$ [1分]

综上: $v_A = \sqrt{v_{Ax}^2 + v_{Ay}^2} = \frac{\sqrt{17}}{5}v_0, v_B = \frac{4}{5}v_0$ [1分]



长按识别关注