

江苏省仪征中学 2019-2020 学年第二学期高一物理月考试卷

时间：2020 年 6 月 20 日

命题人：何青

审稿人：许强龙

一、单选题（本大题共 8 小题，共 24 分）

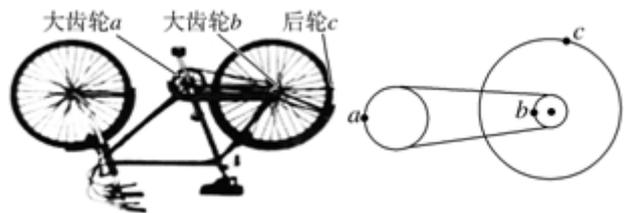
1. 放入电场中某一点的电荷受到的电场力 F 跟它的电量 q 的比值，叫做这一点的电场强度，即 $E = \frac{F}{q}$ ，

则下列说法正确的是()

- A. 这个定义式仅适用于点电荷的电场
- B. q 为负电荷时， E 的方向与 q 为正电荷时 E 的方向相反
- C. 移去电荷 q ， E 的大小变为零
- D. E 跟电荷 q 无关

2. 自行车修理过程中，经常要将自行车倒置，摇动脚踏板检查是否修好，如图所示，大齿轮边缘上的点 a 、小齿轮边缘上的点 b 和后轮边缘上的点 c 都可视为在做匀速圆周运动。则线速度最大的点是()

- A. 大齿轮边缘上的点 a
- B. 小齿轮边缘上的点 b
- C. 后轮边缘上的点 c
- D. a 、 b 、 c 三点线速度大小相同

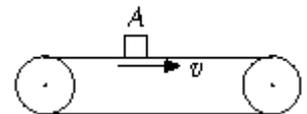


3. 下列说法中正确的是()

- A. 中国发射的地球同步卫星应该处于北京的正上方
- B. 地球同步卫星的运行速度大于第一宇宙速度
- C. 第一宇宙速度是人造地球卫星运行的最大环绕速度，也是发射卫星的最小发射速度
- D. 随着技术发展，可以发射一颗运行周期为 60min 的人造地球卫星

4. 水平传送带以速度 v 匀速传动，一质量为 m 的小物块 A 由静止轻放在传送带上，如图在小木块与传送带相对静止时，系统转化为内能的能量为()

- A. mv^2
- B. $2mv^2$
- C. $\frac{1}{4}mv^2$
- D. $\frac{1}{2}mv^2$

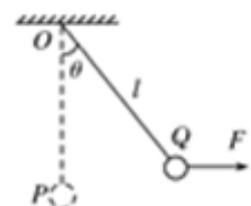


5. 动漫里，被敲晕的人物脑袋上经常出现一些小星星在做匀速圆周运动，有的离圆心近，有的离圆心远。下列说法正确的是()

- A. 若它们的角速度相同，则离圆心近的线速度大
- B. 若它们的周期相同，则离圆心近的角速度大
- C. 若它们的转速相同，则离圆心近的向心加速度小
- D. 物理老师想不明白是谁为小星星提供的向心力，可见学习物理毫无用处

6. 如图所示，一质量为 m 的小球，用长为 l 的轻绳悬挂于 O 点，初始时刻小球静止于 P 点，第一次小球在水平拉力 F 作用下，从 P 点缓慢地移动到 Q 点，此时轻绳与竖直方向夹角为 θ ，张力大小为 T ，下列说法中正确的是(不计空气阻力，重力加速度为 g)()

- A. 拉力 F 先增大后减小
- B. 轻绳的张力逐渐减小
- C. 最终水平拉力 $F = mg \tan \theta$ ，绳子拉力 $T = \frac{mg}{\sin \theta}$



D. 整个过程中，水平拉力 F 所做的功为 $mgl(1 - \cos\theta)$

7. 如图所示，实线表示电场线，虚线表示带电粒子运动的轨迹，带电粒子只受电场力的作用，运动过程中电势能逐渐减少，它运动到 b 处时的运动方向与受力方向可能的是()

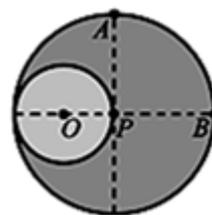


8. 一颗在赤道上空做匀速圆周运动运行的人造卫星，其轨道半径上对应的重力加速度为地球表面重力加速度的四分之一，则某一时刻该卫星观测到地面赤道最大弧长为(已知地球半径为 R)()

- A. $\frac{2}{3}\pi R$ B. $\frac{1}{2}\pi R$ C. $\frac{1}{3}\pi R$ D. $\frac{1}{4}\pi R$

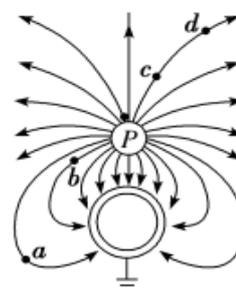
二、多选题 (本大题共 4 小题，共 16 分)

9. 如图示，偏心轮的转轴为 O ，以 O 为圆心的圆内切于偏心轮，且经过偏心轮圆心 P ， A 和 B 是偏心轮边缘的两点，且 $AP \perp OB$ 于 P ，则下列说法中正确的是()



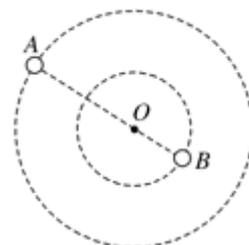
- A. A 、 B 的角速度大小相等
 B. A 、 B 的线速度大小相等
 C. A 、 P 的向心加速度大小之比为 2:1
 D. A 、 B 的向心加速度大小之比为 $\sqrt{5}:3$

10. 某电场的电场线分布如图所示，则 ()



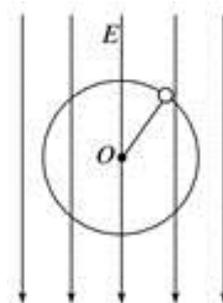
- A. 电荷 P 带负电
 B. 电荷 P 带正电
 C. 某试探电荷在 c 点受到的电场力大于在 d 点受到的电场力
 D. a 点的电场强度大于 b 点的电场强度

11. 2017 年 10 月 16 日，美国激光干涉引力波天文台等机构联合宣布首次发现双中子星合并引力波事件，如图为某双星系统 A 、 B 绕其连线上的 O 点做匀速圆周运动的示意图，若 A 星的轨道半径大于 B 星的轨道半径，双星的总质量为 M ，双星间的距离为 L ，其运动周期为 T ，则



- ()
 A. A 的质量一定小于 B 的质量
 B. A 的线速度一定大于 B 的线速度
 C. L 一定， M 越大， T 越小
 D. M 一定， L 越大， T 越小

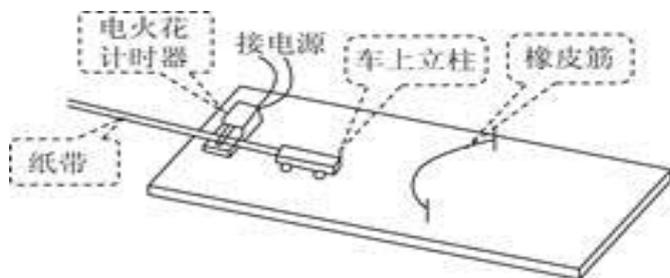
12. 如图所示，竖直向下的匀强电场中，用绝缘细线拴住的带电小球在竖直平面内绕 O 做圆周运动，以下四种说法中正确的是()



- A. 带电小球可能做匀速圆周运动
 B. 带电小球可能做非匀速圆周运动
 C. 带电小球通过最高点时，细线拉力一定最小
 D. 带电小球通过最低点时，细线拉力有可能最小

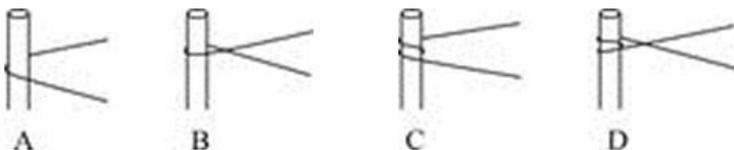
三、实验题（本大题共 2 小题，共 17 分）将解答填写在答题卡上相应的位置。

13. 如图所示，某同学在做“探究做功与物体速度变化的关系”实验。当小车在 1 条橡皮筋的作用下沿木板滑行时，橡皮筋对小车做的功记为 W 。当用 2 条、3 条……橡皮筋重复实验时，每次实验中橡皮筋所做的功分别为 $2W$ 、 $3W$ ……

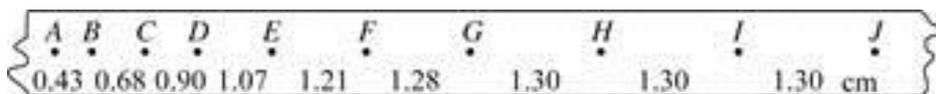


(1) 实验室提供的器材如下：长木板、小车、橡皮筋、打点计时器、纸带、电源(频率为 50 Hz 的交流电源)等，还缺少的测量工具是_____。

(2) 下图中小车上有一固定小立柱，图给出了 4 种橡皮筋与小立柱的套接方式，为减小实验误差，你认为最合理的套接方式是_____。



(3) 在正确操作的情况下，某次所打的纸带如下图所示。打在纸带上的点并不都是均匀的，为了测量橡皮筋做功后小车获得的速度，应选用纸带的_____段进行测量，小车获得的速度是_____ m/s 。(计算结果保留两位有效数字)

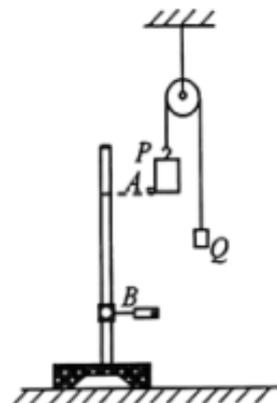


14. 某实验小组设计了如图所示的实验装置验证机械能守恒定律，其主要步骤如下：

(1) 物块 P 、 Q 用跨过光滑定滑轮的轻绳相连， P 底端固定了一竖直宽度为 d 的轻质遮光条。托住 P ，使系统处于静止状态(如图所示)，用刻度尺测出遮光条所在位置 A 与固定在铁架台上的光电门 B 之间的高度 h 。现将物块 P 从图示位置由静止释放，记下遮光条通过光电门的时间为 t ，则遮光条通过光电门时的速度大小 $v =$ _____。

(2) 已知当地的重力加速度为 g ，为了验证机械能守恒定律，还测量了 P 的质量 M 、 Q 的质量 m 。利用上述测量的实验数据，验证机械能守恒定律的表达式是_____。(用题中所给物理量的字母表示)

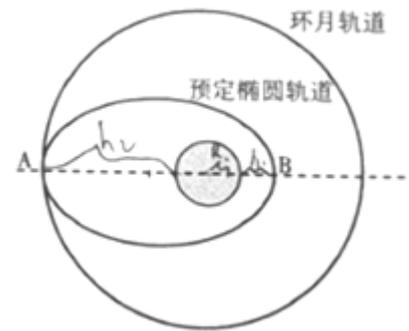
(3) 改变高度 h ，重复实验，描绘出 $v^2 - h$ 图象，该图象的斜率为 k 。在实验误差允许范围内，若 $k =$ _____，则验证了机械能守恒定律。



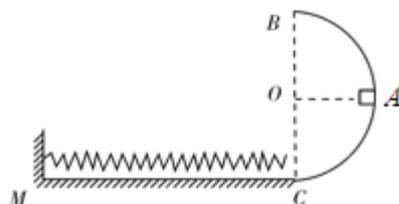
四、计算题（本大题共 4 小题，共 43 分）解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案的不能得分，有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。

15. (9 分) 2019 年 1 月 3 日上午 10 点 26 分，嫦娥四号月球探测器成功软着陆在月球背面的南极-艾特肯盆地冯卡门撞击坑，踏出了全人类在月球背面的第一步。嫦娥四号月球探测器在靠近月球的变轨过程可以简化如下：嫦娥四号探测器先在环月圆轨道上飞行 n 圈，所用时间为 t ，然后发动机成功点火实施变轨，进入远月点为 A 、近月点为 B 的预定着陆月球背面准备椭圆轨道，在近月点 B 处嫦娥四号再次变轨后动力下降，着陆于月球背面。近月点 B 距月球表面的高度为 h_1 ，月球表面重力加速度为 g ，月球半径为 R ，求：

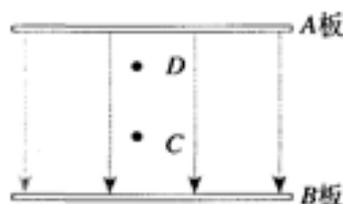
- (1) 嫦娥四号月球探测器在 A 点经圆轨道进入预定椭圆轨道时是加速还是减速；
- (2) 嫦娥四号月球探测器在椭圆轨道上经过近月点 B 时的加速度大小；
- (3) 椭圆轨道远月点 A 距月球表面的高度 h_2 。



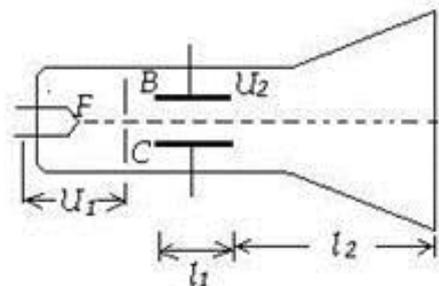
16. (10分) 如图所示, 光滑半圆弧轨道的半径为 R , OA 为水平半径, BC 为竖直直径。一质量为 m 的小物块(视为质点)从 A 点以某一竖直向下的初速度滑下, 进入与 C 点相切的粗糙水平滑道 CM 。在水平滑道上有一轻弹簧, 其一端固定在竖直墙上, 另一端恰好位于水平滑道的末端 C (此时弹簧处于自然状态)。若物块运动过程中弹簧的最大弹性势能 $E_p = 6mgR$, 弹簧的最大压缩量为 d , 物块被弹簧反弹后通过 B 点时对半圆弧轨道的压力大小为 mg (g 为重力加速度的大小), 求:
- (1) 物块通过 B 点时的速度大小 v_B ;
 - (2) 物块离开弹簧通过 C 点时对半圆弧轨道的压力 F_N 的大小;
 - (3) 物块与水平滑道间的动摩擦因数以及物块从 A 点开始下滑时的初速度大小 v_0 。



17. (12分) 带有等量异号电荷、相距 10cm 的平行板 A 和 B 之间有一个匀强电场, 电场强度 $E = 2 \times 10^4 \text{V/m}$, 方向向下。电场中 C 点距 B 板 3cm , D 点距 A 板 2cm 。
- (1) C 、 D 两点哪点电势高? 两点的电势差 U_{CD} 等于多少;
 - (2) 如果令 B 板接地(即电势 $\phi_B = 0$), 则 C 和 D 的电势 ϕ_C 和 ϕ_D 各是多少;
 - (3) 如果令 A 板接地, 求电子在 C 点电势能($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$)。



18. (12分) 如图所示的真空管中, 质量为 m , 电量为 e 的电子从灯丝 F 发出, 经过电压 U_1 加速后沿中心线射入相距为 d 的两平行金属板 B 、 C 间的匀强电场中, 通过电场后打到荧光屏上, 设 B 、 C 间电压为 U_2 , B 、 C 板长为 l_1 , 平行金属板右端到荧光屏的距离为 l_2 , 求:
- (1) 电子以多大的速度进入平行金属板 B 、 C ;
 - (2) 电子离开平行金属板 B 、 C 时的速度方向;
 - (3) 电子打到荧光屏上的位置偏离屏中心距离。



答案和解析

1. 【答案】D

【解析】 【分析】

电场强度是描述电场强弱的物理量，它是由电荷所受电场力与其电量的比值来定义，比值与电场力及电量均无关。

本题是对电场强度概念的考查，知道定义式与决定式的区别是解决问题的关键。

【解答】

A. 定义式适用于一切电场，故 A 错误；

B. 放入该点的正电荷所受的静电力的方向就是该点的电场强度的方向，若是负电荷则受力的反方向为电场强度的方向，但电场强度不变，故 B 错误；

C. 若将放入该点的电荷移走，则电场力没有，而该处的电场强度却不变，故 C 错误；

D. 由定义式 $E = \frac{F}{q}$ 可以知道， E 的大小跟是否存在电荷 q 无关，故 D 正确。

故选 D。

2. 【答案】C

【解析】 【分析】

由自行车的构造原理，利用链条传动线速度大小相等；同轴传动角速度相等和 $v = \omega r$ 即可求解本题关键能分清同缘传动和同轴传动，还要能结合公式 $v = \omega r$ 列式求解

【解答】

利用链条传动线速度大小相等，所以大齿轮和小齿轮边缘处线速度大小相等；再根据小齿轮和后轮是同轴传动，所以小齿轮和后轮的角速度相等；后轮边缘上的点的半径最大，由 $v = \omega r$ 可知，后轮边缘上点的线速度最大，故 ABD 错误，C 正确。

故选：C。

3. 【答案】C

【解析】解：A、中国发射的地球同步卫星应该处于赤道正上方，不可能在北京的正上方，故 A 错误；
B、第一宇宙速度是近地卫星的环绕速度，也是最大的圆周运动的环绕速度。

而同步卫星的轨道半径要大于近地卫星的轨道半径，线速度为 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，所以它们运行的线速度一定小于 7.9km/s ，故 B 错误；

C、第一宇宙速度等于 7.9km/s ，第一宇宙速度是人造地球卫星运行的最大环绕速度，也是发射卫星具有的最小发射速度，故 C 正确；

D、由地球的万有引力提供向心力得： $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{4\pi^2 r}{T^2}$

那么周期 $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ ，如果轨道半径取地球半径，可以得出卫星做圆周运动的最小周期为 84min ，故 D 错误；

故选：C。

第一宇宙速度是最小的发射速度，是最大的环绕地球运动的速度，大小是 7.9km/s ；

由地球的万有引力提供向心力列出等式表示出周期，可以求出最小周期进行解答。

了解同步卫星的含义，即同步卫星的周期必须与地球自转周期相同。

本题考查第一宇宙速度的特点，内容简单，只要多读课本，熟记基本知识就能顺利解出；地球质量一定、自转速度一定，同步卫星要与地球的自转实现同步，就必须角速度与地球自转角速度相等，这就决定了它的轨道高度和线速度。

4. 【答案】D

【解析】解：小木块受的滑动摩擦力 $f = \mu mg$ ，

其加速度为 $a = \frac{f}{m} = \mu g$

设小木块速度达到 v 时相对于传送带的 $\Delta x = x_{\text{传}} - x_{\text{木}} = vt - \frac{1}{2}at^2 = v \cdot \frac{v}{\mu g} - \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{v^2}{2\mu g}$

转化为内能的能量为： $W_f = f \Delta x = \mu mg \cdot \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{1}{2}mv^2$ 。

故 D 正确，A、B、C 错误。

故选：D。

小木块放在传送带上在滑动摩擦力的作用下做匀加速运动，最终小木块与传送带相对静止说明小木块与传送带的速度相等，也为 v ，可以根据恒力做功公式去求解。

该题是恒力做功公式的直接应用，要求同学们能正确分析小木块的受力情况和运动情况，并能抓住题目中相对静止所隐含的条件，该题难度不大，属于基础题。

5. 【答案】C

【解析】【分析】

被敲晕的人物脑袋上经常出现一些小星星在做匀速圆周运动，根据线速度角速度公式分析。

【解答】

A. 根据 $v = \omega r$ ，若它们的角速度相同，则离圆心近的线速度小，故 A 错误；

B. 根据 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ，若它们的周期相同，则角速度相同，故 B 错误；

C. 若它们的转速相同， $a = \omega^2 r = (2\pi n)^2 r$ ，则离圆心近的向心加速度小，故 C 正确；

D. 学习物理可以帮助我们理解很多物理现象和知识，故 D 错误。

故选 C。

6. 【答案】D

【解析】【分析】

小球在水平拉力 F 作用下，从 P 点缓慢地移动到 Q 点，则小球处于平衡状态，根据平衡条件求解拉力与绳子的拉力大小；

由动能定理求解拉力 F 做的功。

【解答】

A、小球在水平拉力 F 作用下，从 P 点缓慢地移动到 Q 点，则小球处于平衡状态，根据平衡条件得： $F = mg \tan \theta$ ，随着 θ 增大， F 逐渐增大，故 A 错误；

BC、运动过程中，根据几何关系可知，绳子的拉力 $T = \frac{mg}{\cos \theta}$ ，所以轻绳的张力变大，故 BC 错误；

D、根据动能定理得水平拉力 F 所做的功： $W = Fs = mgl(1 - \cos \theta)$ ，故 D 正确；

故选 D。

7. 【答案】D

【解析】【分析】

本题考查带电粒子在电场力中受力、运动轨迹和功能关系，意在考查考生对电场力作用的特点的理解和运用。

【解答】

由于带电粒子只受电场力的作用，而且运动过程中电势能逐渐减小，可判断电场力做正功，即电场力与粒子速度方向夹角为锐角，且两者在轨迹两侧，综上所述，可判断只有 *D* 项正确。

故选 *D*。

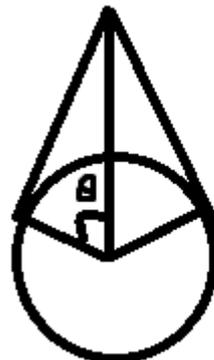
8【答案】A

【解析】解：在地表： $g = \frac{GM}{R^2} \dots \textcircled{1}$

卫星所处的位置： $\frac{g}{4} = \frac{GM}{r^2} \dots \textcircled{2}$

可得由 $\textcircled{1}\textcircled{2}$ 可得： $r = 2R$

则相对位置图如图：



则图中： $\cos\theta = \frac{R}{2R} = \frac{1}{2}$ 即 $\theta = \frac{\pi}{3}$ ，则弧长为 $R \times 2\theta = \frac{2\pi R}{3}$ ，则 *A* 正确，*BCD*

错误

故选：*A*。

由万有引力等于重力求得人造卫星的半径，画出相对位置图，由几何知识求解。

明确万有引力提供向心力是求解天体运动问题的关键点，要熟记半径与弧长的关系式为 $L = R\theta$ 。

9.【答案】AD

【解析】解：设偏心轮的半径为 *R*，则有：

$$AO = \sqrt{\left(\frac{R}{2}\right)^2 + R^2} = 0.5\sqrt{5}R$$

$$BO = 0.75R$$

A、偏心轮上各处角速度相等，故 *A* 正确；

B、*A* 与 *B* 的半径不同，由 $v = \omega r$ 可知半径不同点，线速度不同，故 *B* 错误；

C、根据公式 $a_n = \omega^2 r$ ，向心加速度与到转动轴 *O* 的距离成正比，所以 *A*、*P* 的向心加速度之比为： $0.5\sqrt{5}R : 0.5R = \sqrt{5} : 1$ ；故 *C* 错误；

D、根据公式 $a_n = \omega^2 r$ ，*A*、*B* 的向心加速度大小之比为： $0.5\sqrt{5}R : 0.75R = \sqrt{5} : 3$ ，故 *D* 正确；

故选：*AD*。

该题是同轴转动问题，在转盘上各处的角速度相等，利用向心加速度表达式以及角速度和线速度关系进行求解。

解决转盘转动问题要明确角速度、线速度之间关系，利用向心加速度表达式进行求解。

10.【答案】BC

【解析】【分析】

本题的关键是明确根据电场线的疏密判定场强的大小；根据电场线的方向一定是从电势高的等势面指向电势低的等势面来判断电势的高低。

熟记电场线与等势面处处垂直的关系，以及电场线的特点：电场线密处场强大疏处场强小；沿着电场线的方向电势逐渐降低(电场线方向总是从电势高的等势面指向电势低的等势面)。

【解答】

AB. 电场线从正电荷出发，由电场线分布可知，电荷 *P* 带正电，故 *A* 错误，*B* 正确；

C. 因 *c* 点的电场线较 *d* 点密集，可知 *c* 点的场强较大，试探电荷在 *c* 点受到的电场力大于在 *d* 点受到的电

场力，故 C 正确；

D. a 点的电场线比 b 点较稀疏，则 a 点的电场强度小于 b 点的电场强度。故 D 错误。

故选 BC。

11 【答案】 ABC

【解析】解：A、双星靠相互间的万有引力提供向心力，所以向心力相等，则有： $m_A\omega^2r_A = m_B\omega^2r_B$ ，因为 $r_B < r_A$ ，所以 $m_B > m_A$ 。故 A 正确；

B、双星系统中两颗星的间距不变，是同轴转动，角速度相等，根据： $v = \omega r$ ，位移 $r_A > r_B$ ，所以 $v_A > v_B$ 。故 B 正确。

CD、根据牛顿第二定律，有： $G\frac{m_A m_B}{L^2} = m_A\frac{4\pi^2}{T^2}r_A$ ， $G\frac{m_A m_B}{L^2} = m_B\frac{4\pi^2}{T^2}r_B$ ，又有 $r_A + r_B = L$ ，联立解得： $T =$

$2\pi\sqrt{\frac{L^3}{G(m_A+m_B)}} = 2\pi\sqrt{\frac{L^3}{GM}}$ ，由此可知： L 一定， M 越大， T 越小； M 一定， L 越大， T 越大。故 C 正确，D 错误。

故选：ABC。

双星靠相互间的万有引力提供向心力，具有相同的角速度，根据牛顿第二定律列式得到周期表达式进行分析。

解决本题的关键知道双星靠相互间的万有引力提供向心力，具有相同的角速度。以及会用万有引力提供向心力进行求解。

12. 【答案】 ABD

【解析】 【分析】

小球在竖直平面内做圆周运动，重力、电场力、绳子拉力的合力提供向心力，分析重力和电场力的大小关系，从而明确小球可能的运动情况。

本题考查带电粒子在电场中运动，要注意明确电场力和重力均沿竖直方向，可以将两力等效成一个力后再对小球正确受力分析，由于两力大小未知，故应进行讨论，全面分析问题才能准确求解。

【解答】

AB. 当小球带负电荷时，小球在电场中受到重力和向上的电场力，当重力与电场力平衡时，小球做匀速圆周运动；小球所受重力与电场力不平衡时，小球做非匀速圆周运动，故 AB 正确；

C. 当小球所受电场力与重力平衡时，做匀速圆周运动，线的拉力提供向心力且大小不变，故 C 错误；

D. 当小球带负电荷，重力大于电场力时，小球运动到最高点时，线的张力最小，到达最低点时，线的张力最大；当重力小于电场力时，小球运动到最高点时，线的张力最大，到达最低点时，线的张力最小，故 D 正确。

故选 ABD。

13. 【答案】 (1)刻度尺；(2)A；(3)GJ；0.65

【解析】 【分析】

(1)处理实验数据时需要测出计数点间的距离，据此选择实验器材；

(2)实验过程，橡皮条的绕法不能妨碍小车的运动；

(3)实验时需要测出橡皮筋恢复原长，即小车做匀速直线运动时的速度，根据图示纸带分析答题；根据实验数据应用速度公式求出小车的速度。

本题考查了实验器材、实验注意事项、实验数据处理，探究功与速度变化的关系实验，应求出橡皮筋完全

恢复原长时的速度，应选纸带上相邻点间距离相等的纸带进行实验数据处理。

【解答】

(1)处理实验数据时需要测量两计数点间的距离，因此还需要的器材是：刻度尺；

(2)由图示可知，橡皮筋最合理的套接方式是A，以A的方式套接释放小车后，橡皮筋不会影响小车的运动；

(3)由图示纸带可知，GJ部分两点间的距离相等，小车做匀速直线运动，应选用的纸带是GJ部分；

小车获得的速度 $v = \frac{x}{t} = \frac{0.0130}{0.02} = 0.65\text{m/s}$ 。

故答案为：(1)刻度尺；(2)A；(3)GJ；0.65。

14. **【答案】** (1) $\frac{d}{t}$ ；

(2) $(M - m)gh = \frac{1}{2}(M + m)\left(\frac{d}{t}\right)^2$ ；

(3) $\frac{2(M-m)}{(M+m)}g$ 。

【解析】 【分析】

根据极短时间内的平均速度等于瞬时速度求出B点的瞬时速度大小。从而求出系统动能的增加量，根据下降的高度求出系统重力势能的减小量。

本题验证系统机械能守恒，关键通过高度求出系统重力势能的减小量，注意两物体的重力势能一增一减，以及知道极短时间内的平均速度等于瞬时速度。

【解答】

(1)光电门的遮光条挡住光的时间极短，则平均速度可作为瞬时速度，有： $v = \frac{d}{t}$ ；(2)两物块和轻绳构成的

系统，只有重力做功，机械能守恒： $Mgh - mgh = \frac{1}{2}Mv^2 + \frac{1}{2}mv^2$

将光电门所测速度代入表达式： $Mgh - mgh = \frac{1}{2}M\left(\frac{d}{t}\right)^2 + \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{t}\right)^2$

则验证机械能守恒的表达式为： $(M - m)gh = \frac{1}{2}(M + m)\left(\frac{d}{t}\right)^2$ ；

(3)将验证表达式变形为： $v^2 = \frac{2g(M-m)}{M+m} \cdot h$

若在误差允许的范围内，系统满足机械能守恒定律， $v^2 - h$ 图像将是一条过原点的倾斜直线，其斜率为：

$k = \frac{2g(M-m)}{M+m}$ 。

故答案为：(1) $\frac{d}{t}$ ；

(2) $(M - m)gh = \frac{1}{2}(M + m)\left(\frac{d}{t}\right)^2$ ；

(3) $\frac{2(M-m)}{(M+m)}g$ 。

15. **【答案】**解：(1)嫦娥四号月球探测器在A点经圆轨道进入预定椭圆轨道时要做向心运动需要减速以减小所需的向心力。

(2)月球表面重力有 $m_0 g = G \frac{Mm_0}{R^2}$ ①

根据牛顿第二定律有： $G \frac{Mm}{(R+h_1)^2} = ma_B$ ②

由①②式联立解得，探测器经过椭圆轨道近月点 B 时的加速度大小为 $a_B = \frac{gR^2}{(R+h_1)^2}$

(3)嫦娥四号月球探测器在预定圆轨道上飞行时由万有引力提供向心力，有 $G \frac{Mm}{(R+h_2)^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} (R+h_2)$ ③

由题意可知，嫦娥四号月球探测器在预定圆轨道上运行的周期为 $T = \frac{t}{n}$ ④

由①③④式联立解得： $h_2 = 3 \frac{gR^2 t^2}{4n^2 \pi^2} - R$

答：(1)嫦娥四号月球探测器在 A 点经圆轨道进入预定椭圆轨道时要减速。

(2)嫦娥四号月球探测器在椭圆轨道上经过近月点 B 时的加速度为 $\frac{gR^2}{(R+h_1)^2}$ 。

(3)椭圆轨道远月点 A 距月球表面的高度 h_2 为 $3 \frac{gR^2 t^2}{4n^2 \pi^2} - R$ 。

【解析】(1)探测器在 A 点经圆轨道进入预定椭圆轨道时要做近心运动需要减速。
(2)根据牛顿第二定律结合万有引力等于重力求出近月点 B 点的加速度。
(3)根据探测器的周期，通过万有引力提供向心力求出轨道半径，从而求出远月点 A 距地面的高度
解决本题的关键掌握万有引力提供向心力和万有引力等于重力这两大理论，并能熟练运用。

16. 【答案】解：(1)由题意可知，物块通过 B 点时有： $2mg = m \frac{v_B^2}{R}$

解得： $v_B = \sqrt{2gR}$

(2)在物块由 C 点运动到 B 点的过程中，由机械能守恒定律有： $\frac{1}{2}mv_C^2 = mg \cdot 2R + \frac{1}{2}mv_B^2$

解得： $v_C = \sqrt{6gR}$

设物块通过 C 点时受到半圆弧轨道的支持力大小为 F_N' ，有：

$$F_N' - mg = m \frac{v_C^2}{R}$$

解得： $F_N' = 7mg$

由牛顿第三定律有： $F_N = F_N' = 7mg$

(3)对物块压缩弹簧到最短后，被弹簧弹开至 C 点的过程，由能量守恒定律有：

$$E_p = \mu mgd + \frac{1}{2}mv_C^2,$$

解得： $\mu = \frac{3R}{d}$

对物块由 A 点下滑至弹簧被压缩到最短的过程，由能量守恒定律有： $\frac{1}{2}mv_0^2 + mgR = E_p + \mu mgd$

解得： $v_0 = 4\sqrt{gR}$

答：(1)物块通过 B 点时的速度大小 v_B 为 $\sqrt{2gR}$ ；

(2)物块离开弹簧通过 C 点时对半圆弧轨道的压力 F_N 的大小为 $7mg$ ；

(3)物块与水平滑道间的动摩擦因数以及物块从 A 点开始下滑时的初速度大小 v_0 分别为 $\frac{3R}{d}$ 和 $4\sqrt{gR}$

【解析】(1)根据机械能守恒定律求出小物块运动到 B 点的速度，
(2)根据牛顿第二定律求出 B 点的支持力大小，根据牛顿第三定律可得物块对轨道的压力；

(3)据能量守恒定律求出动摩擦因数以及A的初速度。

本题考查了机械能守恒定律的基本运用，以及掌握圆周运动靠径向的合力提供向心力，通过牛顿第二定律求解支持力的大小；灵活应用能量守恒定律求解，此题难度较大。

17.【答案】解：(1)沿电场线方向电势越来越低，电场线竖直向下，因此D点电势高，CD两点间的电势差为：

$$U_{CD} = -Ed_{CD} = -2 \times 10^4 \times (0.1 - 0.02 - 0.03) = -1 \times 10^3 V;$$

$$(2)C点电势: \phi_C = U_{CB} = Ed_{CB} = 2 \times 10^4 \times 0.03 = 600V,$$

$$D点电势: \phi_D = U_{DB} = Ed_{DB} = 2 \times 10^4 \times (0.1 - 0.02) = 1600V;$$

$$(3)如果令A板接地，C点电势: \phi_C = U_{CA} = -Ed_{CA} = -2 \times 10^4 \times (0.1 - 0.03) = -1400V,$$

$$电子在C点电势能: E_C = q\phi = -1.6 \times 10^{-19} \times (-1400) = 2.24 \times 10^{-16} J;$$

答：(1)D点电势高，两点的电势差 U_{CD} 等于 $-1 \times 10^3 V$ ；

(2)如果令B板接地(即电势 $\phi_B = 0$)，则C和D的电势 $\phi_C = 600V$ ， $\phi_D = 1600V$ ；

(3)如果令A板接地，电子在C点电势能为 $2.24 \times 10^{-16} J$ 。

【解析】根据匀强电场的场强与电势差的关系 $U = Ed$ ，计算CD间的电势差，但是要注意CD间电势差的正负。

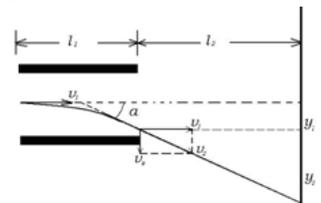
根据电势差的定义，求出电势，由电势能的定义式求出电势能。

解决本题的关键掌握匀强电场的场强与电势差的关系 $U = Ed$ ，注意 d 为沿电场线方向上的距离。

18.【答案】解：

(1)设电子经电压 U_1 加速后的速度为 v_1 ，根据动能定理有： $eU_1 = \frac{1}{2}mv_1^2$ ，

$$\text{解得：} v_1 = \sqrt{\frac{2eU_1}{m}};$$



(2)电子进入B、C间的匀强电场中，在水平方向以 v_1 的速度做匀速直线运动，竖直方向受电场力的作用做初速度为零的加速运动，其加速度为： $a = \frac{eE}{m} = \frac{eU_2}{md}$ ，电子通过匀强电场的时间 $t = \frac{l_1}{v_1}$ ，电子离开匀强电场

时，竖直方向速度 $v_y = at = \frac{eU_2 l_1}{dmv_1}$ ，设电子离开匀强电场时的速度与进入时速度间的夹角为 θ ，则 $\tan\theta = \frac{v_y}{v_1} =$

$$\frac{eU_2 l_1}{dmv_1^2} = \frac{U_2 l_1}{2U_1 d};$$

(3)电子通过匀强电场时偏离中心线的位移 $y_1 = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \frac{eU_2}{dm} \cdot \frac{l_1^2}{v_1^2} = \frac{U_2 l_1^2}{4U_1 d}$ 电子离开电场后，做匀速直线运动

射到荧光屏上，竖直方向的位移 $y_2 = l_2 \tan\theta = \frac{U_2 l_1 l_2}{2U_1 d}$ 则电子打到荧光屏上时，偏离中心线的距离为 $y = y_1 +$

$$y_2 = \frac{U_2 l_1}{2U_1 d} \left(\frac{l_1}{2} + l_2 \right).$$

【解析】本题电子在真空管中的运动过分为三段，从F发出在电压 U_1 作用下的加速运动，进入平行金属板B、C间的匀强电场中做类平抛运动，飞离匀强电场到荧光屏间的匀速直线运动。

(1)对直线加速过程根据动能定理列式，可求出电子进入平行金属板B、C的速度 v_1 ；

(2)对直线加速过程根据动能定理列式，电子以速度 v_1 进入偏转电场后，做类似平抛运动，根据类似平抛运动的分运动公式列式求解速度方向与中心线KO夹角的正切值； $\tan\theta$ ；

(3)电子离开偏转电场后作匀速直线运动，水平分运动是匀速直线运动，根据运动学基本公式列式即可求解。