

浙江省金华市 2023-2024 学年高一下学期 6 月期末物理试题

学校:_____姓名:_____班级:_____考号:_____

一、单选题

1. 下列物理量属于矢量的是 ()
A. 电场强度 B. 电势 C. 功率 D. 重力势能
2. 在物理发展史上许多科学家都作出了不可磨灭的贡献, 下列说法正确的是 ()
A. 伽利略提出了相对论时空观
B. 牛顿提出了万有引力定律并精确测量出引力常量 G
C. 法拉第提出用“力线”描述电荷周围存在的“看不见摸不着”的物质
D. 库仑通过“油滴法”实验测定了元电荷电量
3. 如图所示为马拉雪橇的情景图。雪橇和人总质量为 m , 受到与水平方向成 θ 角斜向上方的拉力, 大小恒为 F , 匀速运动了一段位移 L 。雪橇与水平地面之间的滑动摩擦因数为 μ 。在此过程中, 下列说法正确的是 ()



- A. 拉力 F 对雪橇做功为 FL
 - B. 雪橇克服摩擦力做功为 μmgL
 - C. 重力做功为 mgL
 - D. 雪橇所受的合外力对其做功为零
4. 下面四幅图用曲线运动知识描述正确的是 ()



甲



乙



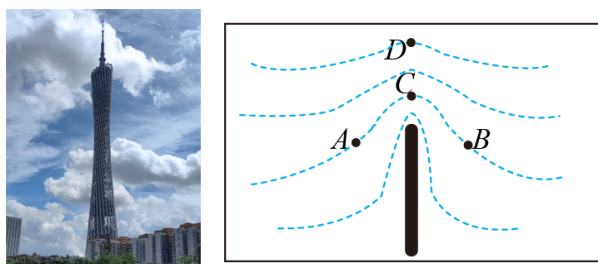
丙



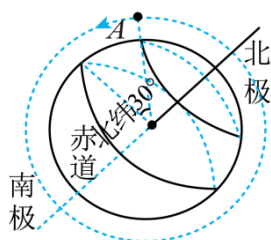
丁

- A. 图甲, 制作棉花糖时, 糖水因为受到离心力而被甩出去
- B. 图乙, 火车轨道的外轨略高于内轨, 火车拐弯时速度越小, 对轨道磨损就一定越小
- C. 图丙, 该自行车在赛道上做匀速圆周运动, 所受的合外力不变
- D. 图丁, 在一座凹形桥的最低点, 同一辆车子速度越大, 对桥面压力就越大

5. 广州塔有着独特的避雷设计，当带负电的积雨云经过其上方时，图中虚线为避雷针此时周围的等差等势线，其中 A 、 B 两点关于避雷针对称，下列说法正确的是（ ）



- A. A 、 B 两点的电场强度相同
- B. D 点的电势低于 A 点的电势
- C. 带负电的雨滴从 C 点运动到 A 点，电场力变大
- D. 带负电的雨滴经过 D 点时的电势能小于其经过 A 点时的电势能
6. 极地卫星的运行轨道平面通过地球的南北两极（轨道可视为圆轨道）。如图所示，若某极地卫星从北纬 30° 的 A 地正上方按图示方向第一次运行至南纬 60° 的 B 地（图中未画出）正上方，所用时间为 3h 。下列说法正确的是（ ）

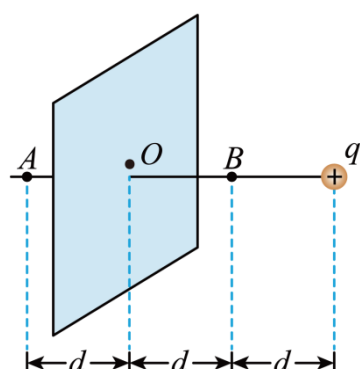


- A. 该卫星每隔 12h 经过 A 地的正上方一次
- B. 该卫星的角速度比静止卫星的角速度小
- C. 该卫星的线速度比静止卫星的线速度小
- D. 该卫星的线速度小于 7.9km/s
7. 如图所示，电动摩托车是外卖员常用的交通工具。已知该款电动车的输出功率为 660W ，外卖员与车辆的总质量为 110kg ，假设人在骑行时受到的总阻力约等于人、车总重力的 0.036 倍。则骑行时，最大行驶速度约为（ ）



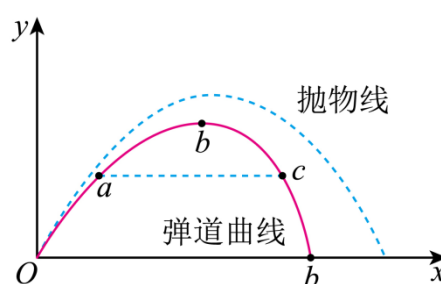
- A. 30km/h B. 60km/h C. 70km/h D. 80km/h

8. 如图所示，电荷量为 $+q$ 的点电荷与均匀带电薄板相距 $2d$ ，点电荷到带电薄板的垂线通过板的几何中心 O ，图中 $AO = OB = d$ ， A 点的电场强度为零。下列说法正确的是（ ）



- A. 薄板带正电
- B. B 点的电场强度也为零
- C. 带电薄板产生的电场在 B 点的电场强度大小为 $\frac{kq}{9d^2}$
- D. A 、 B 两点的电势相等

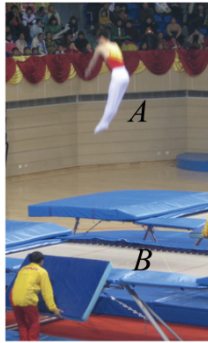
9. 由于空气阻力的影响，炮弹的实际飞行轨迹不是抛物线，而是“弹道曲线”，如图中实线所示，设阻力大小与速度成正比，阻力方向与速度方向相反。图中虚线为不考虑空气阻力情况下炮弹的理想运动轨迹， O 、 a 、 b 、 c 、 d 为弹道曲线上的五点，其中 O 点为发射点， d 点为落地点， b 点为轨迹的最高点， a 、 c 为运动过程中经过的距地面高度相等的两点。下列说法正确的是（ ）



- A. 炮弹到达 b 点时，炮弹的速度为零
- B. 炮弹到达 b 点时，炮弹的加速度方向竖直向下
- C. 炮弹经过 a 点的速度大于经过 c 点的速度
- D. 空气阻力对炮弹先做负功再做正功

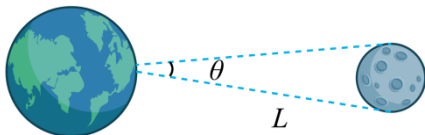
10. 蹦床运动中，运动员在一张有弹性的水平网状蹦床上弹起，在空中完成各种优美动作。如图所示，为我国运动员在某次蹦床时的情景图，弹到最高点时记为 A 位置，接着竖直向

下掉落，刚碰到蹦床时记为 B 位置，而运动员落到最低位置时记为 C 位置（图中未标记）。关于运动员这一次从 A 运动到 C 的过程，不计空气阻力，下列说法正确的是（ ）



- A. 运动员的机械能守恒
- B. 运动员先经历失重再超重
- C. 运动员经过 B 位置时速度最大
- D. 运动员经过 C 位置时处于受力平衡状态

11. 2024 年 6 月 2 日，嫦娥六号重演“翩然落广寒”的精彩剧目。为了估算从月球表面发射卫星的第一宇宙速度，某同学通过观察嫦娥六号着陆月球的过程，作如下假设：嫦娥六号在距离月球表面高度为 H 处悬停，开始做自由落体，落体过程的时间为 t 。另外在地球上用肉眼观察满月时，发现月球对眼睛的张角为 θ （ θ 很小， θ 为弧度制），已知地月距离为 L ， L 远大于地球和月球的半径，如图所示。忽略月球的自转，则月球的第一宇宙速度约为（ ）



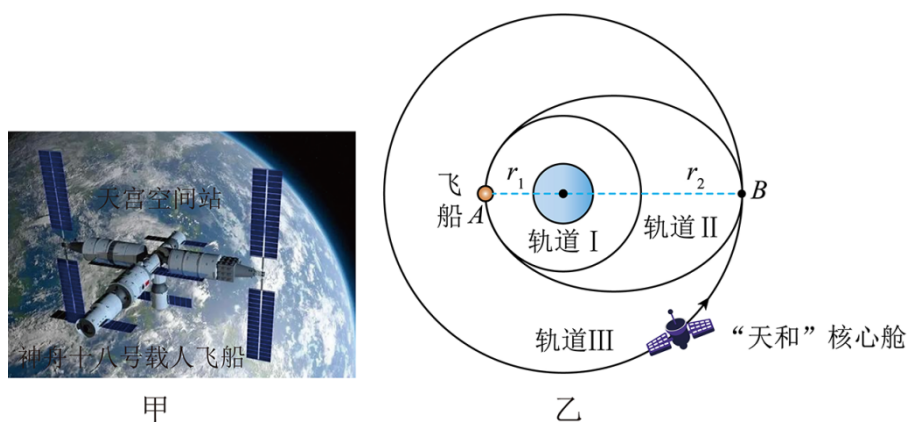
- A. $\sqrt{\frac{HL\theta}{t^2}}$
- B. $\sqrt{\frac{2HL\theta}{t^2}}$
- C. $\sqrt{\frac{H\theta}{Lt^2}}$
- D. $\sqrt{\frac{2H\theta}{Lt^2}}$

12. 如图所示为某地一风力发电机，它的叶片转动时可形成半径为 20m 的圆面。某时间内该地区的风速是 5m/s ，风向恰好跟叶片转动的圆面垂直，已知空气的密度为 1.2kg/m^3 ，假如这个风力发电机能将此圆内 10% 的空气动能转化为电能， π 取 3 。下列说法正确的是（ ）



- A. 图中 A 点的线速度与 B 点的线速度相等
- B. 此风力发电机发电的功率为 90000W
- C. 若叶片半径变为原来的 2 倍, 则风力发电机发电的功率变为原来的 2 倍
- D. 若风速变为原来的 2 倍, 则风力发电机发电的功率变为原来的 4 倍

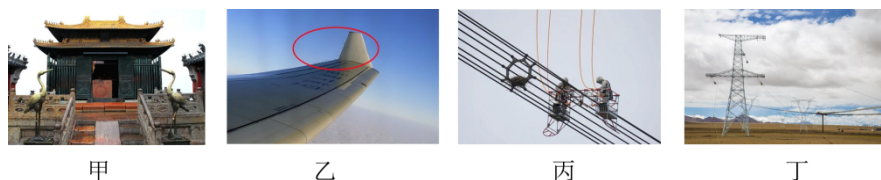
13. 2024 年 4 月 26 日神舟十八号载人飞船和空间站组合体成功实现自主快速交会对接。如图乙所示, 飞船变轨前绕地稳定运行在半径为 r_1 的圆形轨道 I 上, 椭圆轨道 II 为飞船的转移轨道, 核心舱绕地沿逆时针方向运行在半径为 r_2 的圆形轨道 III, 轨道 II 和 I、III 分别相切于 A 、 B 两点, 飞船在 A 点变轨, 与核心舱刚好在 B 点进行对接, 已知地球表面的重力加速度为 g , 地球半径为 R 。下列说法正确的是 ()



- A. 神舟十八号在轨道 II 上 B 点的速度大小可能等于轨道 I 上速度
- B. 神舟十八号在轨道 II 上的 A 点和 B 点的速度的大小之比为 $r_1:r_2$
- C. 神舟十八号在轨道 I 上绕行的周期为 $2\pi\sqrt{\frac{r_1}{g}}$
- D. 神舟十八号在轨道 II 上从 A 点运动到 B 点的最短时间为 $\frac{\pi(r_1+r_2)}{2R}\sqrt{\frac{r_1+r_2}{2g}}$

二、多选题

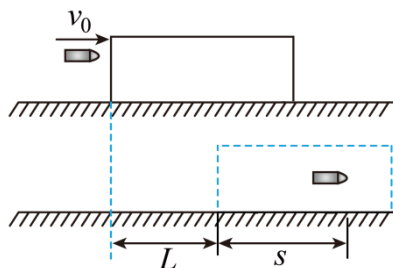
14. 静电在生活中有广泛的应用, 对于下列图片说法, 正确的是 ()



- A. 图甲, 武当山金殿安装了避雷针后, “雷火炼殿”现象更加明显和频繁了
- B. 图乙, 飞机机翼上有多条针一样的装置起到避雷针作用, 防止飞机被雷击
- C. 图丙, 维修高压线路的电工穿金属衣比绝缘衣更安全

D. 图丁，高压输电线铁塔上最上面两条金属导线的主要作用是保护下面的高压线免遭雷击

15. 如图所示，质量为 M 的木块静止在光滑的水平面上，质量为 m 的子弹以速度 v_0 沿水平方向射入木块，并最终留在木块中与木块一起以速度 v 运动。已知当子弹相对木块刚好静止时，木块前进的距离为 L ，子弹进入木块的深度为 s 。若木块对子弹的阻力 F 视为恒定，则下列关系式中正确的是（ ）



A. 一定有 $s > L$

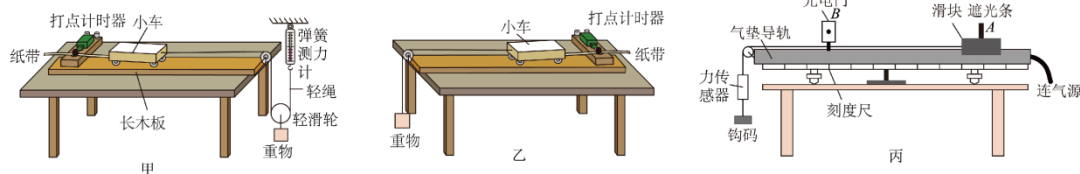
B. $FL = \frac{1}{2}Mv^2$

C. $Fs = \frac{1}{2}mv^2$

D. $F(L + s) = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2$

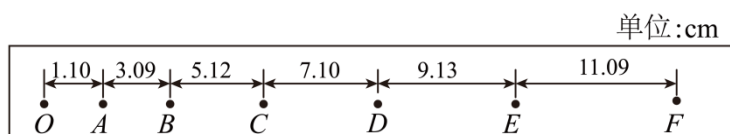
三、实验题

16. 以下三种方案可用于完成“探究加速度与力、质量的关系”的实验，绳子和滑轮均为轻质。



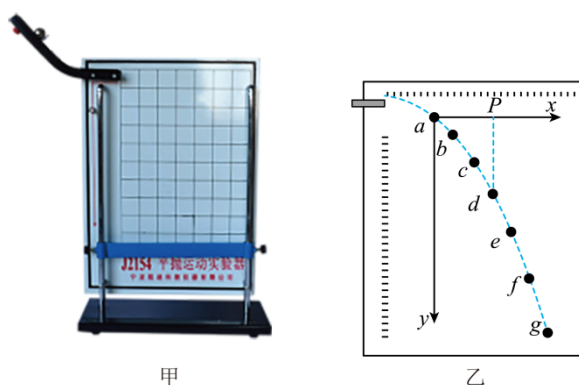
(1) 三种方案中，需要进行“补偿阻力”的方案是_____（多选，选填“甲”、“乙”、“丙”），需要满足重物（或钩码）质量远小于小车（或滑块）质量的方案是_____（选填“甲”、“乙”、“丙”）。

(2) 某同学选择其中一个装置进行实验时，得到如图丁所示的一条纸带（相邻两计数点间还有一个点没有画出），已知打点计时器使用的是频率为50Hz的交流电。根据纸带可求出小车加速度为_____ m/s^2 （计算结果保留三位有效数字），根据所计算的加速度大小可判定打出这条纸带的可能是实验方案_____。（选填“甲”、“乙”、“丙”）



(3)某同学选择图丙的装置“验证系统机械能守恒”。将滑块从A位置由静止释放后，测得遮光条通过光电门的时间为 t ，遮光条的宽度为 d ，测得滑块质量为 M ，钩码和力传感器的质量为 m ，AB间的距离为 L 。在实验误差允许范围内，若满足关系式_____（用直接测量的物理量符号表示），则系统机械能守恒；分析实验数据后发现，系统增加的动能明显大于钩码和力传感器减小的重力势能，原因是_____。

17. 如图甲所示，借助该装置用数码相机的连拍功能探究平抛运动的特点，连拍间隔时间相等。图乙是正确操作后得到的连拍照片。



(1)关于该实验，下列做法正确的是_____

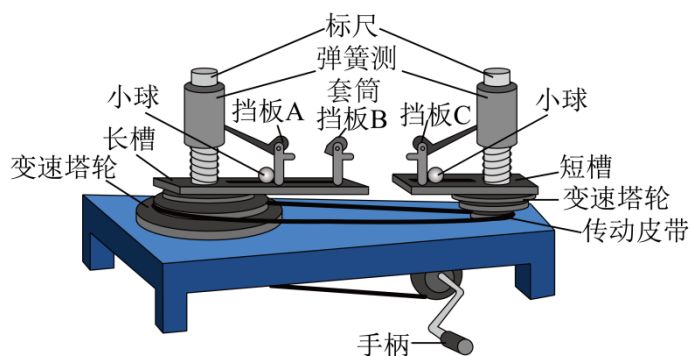
- A. 斜槽的末端必须调成水平状态
- B. 斜槽必须光滑
- C. 记录同一条运动轨迹时，小球可以从不同位置释放

(2)在图乙中，以小球在a处的球心为原点，水平向右为 x 轴、竖直向下为 y 轴建立图示坐标系。

过 d 处小球球心的竖直线交 x 轴于 P 点。下列说法正确的是_____

- A. 通过某点的 x 、 y 坐标可以求得平抛初速度 $v_0 = x\sqrt{\frac{g}{2y}}$
- B. 小球运动的轨迹在 g 球心处的切线与 x 轴交于 P 点
- C. a 、 b 、 c 、 d 点相邻两点之间竖直距离之比可能为1:2:3

18. 用向心力演示仪探究向心力大小 F 与物体的质量 m 、角速度 ω 和轨道半径 r 的关系实验：



(1) 本实验所采用的实验探究方法是_____；

A. 理想实验法

B. 等效替代法

C. 控制变量法

(2) 探究向心力与轨道半径之间的关系时，被传动皮带套住而转动的左右两边的变速塔轮的半径应该_____（选填“相同”或“不相同”）。

四、解答题

19. 无人机广泛应用于各行各业。如图甲所示是物流公司使用无人机运输货物，无人机下方用轻绳竖直悬挂货物，当无人机悬停到目的地正上方后，竖直向下先匀加速后匀减速，直至安全着陆，图乙是降落全过程的 $v-t$ 图像。已知货物的质量为 30kg ，忽略气流对货物的作用力。求：

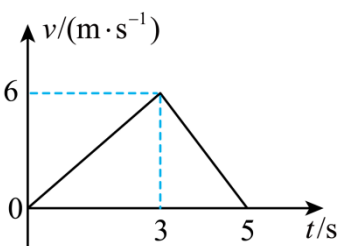
(1) 5s 内货物的位移大小；

(2) 运动过程中，无人机对货物的最大拉力；

(3) 4s 末，拉力对货物的瞬时功率的大小。



甲



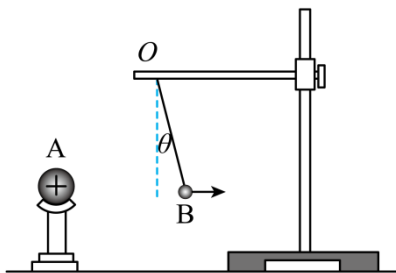
乙

20. 如图所示，一电荷量为 Q 的带正电小球A固定在绝缘柱上，另一质量为 m 的带电小球B用轻质绝缘细线悬挂于O点，（A、B均可视为点电荷，且A的电荷量大于B的电荷量）。当小球B与A相距为 r 且处于同一水平线上时，细线与竖直方向的夹角为 θ ，已知静电力常量为 k ，重力加速度为 g ，求：

(1) 小球B受到的库仑力 F 的大小；

(2) 小球 B 的电荷量 q ;

(3) 小球 A、B 连线中点处的电场强度 E 的大小和方向。

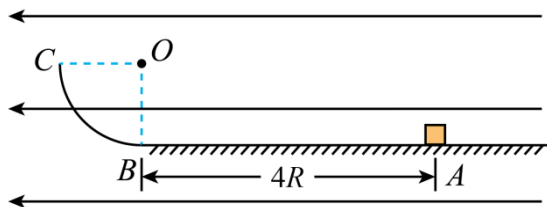


21. 如图所示, BC 是光滑绝缘的 $\frac{1}{4}$ 圆弧轨道, 位于竖直平面内, 轨道半径为 R , 下端与水平绝缘轨道在 B 点平滑连接, 整个轨道处在水平向左的匀强电场中。现有一质量为 m 、带正电的小滑块 (可视为质点) 置于水平轨道上, 已知滑块受到的电场力大小为 $\frac{3}{4}mg$, 滑块与水平轨道间的动摩擦因数为 0.5 , 将滑块从水平轨道上与 B 点距离为 $4R$ 的 A 点由静止释放, 滑动过程中滑块电荷量不变, 重力加速度用 g 表示, 求:

(1) 滑块到达 B 点时速度 v_B 的大小;

(2) 滑块在圆弧轨道上运动时, 重力和电场力合力的大小和方向;

(3) 滑块对轨道的最大作用力的大小。



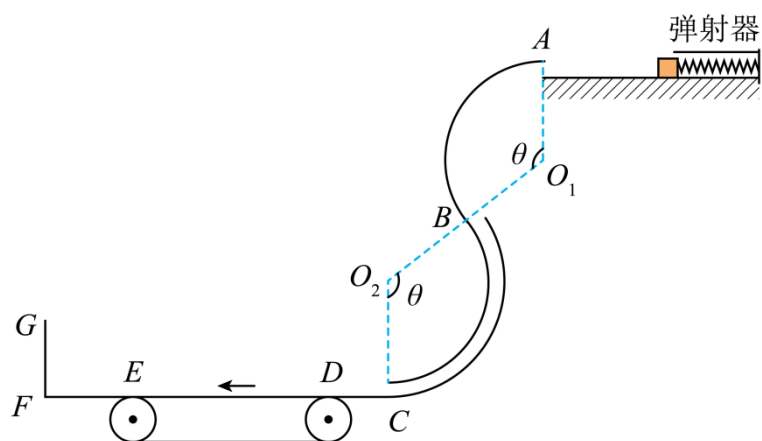
22. 如图所示, 一弹射游戏装置由安装在水平平台上的固定弹射器和两个半径均为 $R = 0.7\text{m}$ 的“S”形圆弧轨道 ABC 、水平直轨道 CD 、 EF 、传送带 DE 以及竖直挡板 FG 组成, 轨道各部分平滑连接。 O_1 、 O_2 为两圆弧轨道圆心, O_1 、 O_2 连线与竖直线间的夹角均为 $\theta = 120^\circ$, 且 A 、 C 两点切线水平。传送带 DE 长度 $L = 3\text{m}$, 速度 $v_0 = 10\text{m/s}$ 逆时针匀速转动。可视为质点的滑块质量 $m = 1\text{kg}$, 被弹射器由静止弹射, 弹簧的弹性势能完全转化为滑块动能, 滑块被弹射出去后从 A 点进入圆弧轨道, 它与传送带之间的滑动摩擦因数 $\mu = 0.6$, 其余各处均不计摩擦。滑块碰到挡板立即被粘住, 游戏结束。

(1) 若滑块恰好不脱离“S”形圆弧轨道, 求释放滑块时弹簧的弹性势能;

(2) 若滑块到达 D 点时速度 $v_1 = 8\text{m/s}$, 求滑块通过传送带过程中, 滑块与传送带产生的热量;

(3) 设弹簧被压缩后具有的弹性势能为 E_p , 其大小可随意调节, 滑块撞击挡板前的瞬时速度

度为 v 。在满足滑块不脱轨的前提下，求 v 与 E_p 的函数关系。



《浙江省金华市 2023-2024 学年高一下学期 6 月期末物理试题》参考答案

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	A	C	D	D	B	D	B	C	C	B
题号	11	12	13	14	15					
答案	A	B	D	CD	ABD					

1. A

【难度】0.85

【知识点】标量与矢量

【详解】电场强度属于矢量，电势、功率和重力势能均只有大小，没有方向，均属于标量。

故选 A。

2. C

【难度】0.85

【知识点】物理学史

【详解】A. 爱因斯坦提出了相对论时空观，故 A 错误；

B. 牛顿提出了万有引力定律，卡文迪许测量出引力常量 G ，故 B 错误；

C. 法拉第提出用“力线”描述电荷周围存在的“看不见摸不着”的物质，故 C 正确；

D. 密立根通过“油滴法”实验测定了元电荷电量，故 D 错误。

故选 C。

3. D

【难度】0.65

【知识点】功的定义、计算式和物理意义

【详解】A. 拉力 F 对雪橇做功为 $FL\cos\theta$ ，故 A 错误；

B. 雪橇克服摩擦力做功为 $\mu(mg-F\sin\theta)L$ ，故 B 错误；

C. 重力做功为 0，故 C 错误；

D. 根据动能定理，雪橇速度不变，所以所受的合外力对其做功为零，故 D 正确；

故选 D。

4. D

【难度】0.85

【知识点】拱桥和凹桥模型、汽车和自行车在水平面的转弯问题、火车和飞机倾斜转弯模型、离心运动的应用和防止

【详解】A. 制作棉花糖时，被甩出去的糖水做离心运动，但不是受离心力作用，故 A 错误；

B. 设轨道与水平面的夹角为 θ ，火车转弯时，如果速度 $v = \sqrt{gR\tan\theta}$ ，是由重力与支持力的合力提供向心力，火车的速度小于该值时，火车拐弯时速度越小，则对轨道磨损就越大，故 B 错误；

C. 自行车在赛道上做匀速圆周运动，所受的合外力提供向心力，所受的合外力大小不变，方向时刻改变，故 C 错误；

D. 车过凹形桥的最低点有

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

则同一辆车子速度越大，对桥面压力就越大，故 D 正确。

故选 D。

5. B

【难度】0.65

【知识点】等势面与电场的关系、静电感应现象、等势体

【详解】A. 等差等势线分布的密集程度表示电场强弱，根据图示可知，由于 A、B 两点关于避雷针对称，两点处等势线分布密集程度相同，则两点处的电场强度大小相等，由于电场线垂直于等势线，由高电势点指向低电势点，可知，两点的电场方向不同，则 A、B 两点的电场强度不相同，故 A 错误；

B. 带负电的积雨云经过避雷针上方，根据静电感应，避雷针上方当正电，电场线由正电荷指向负电荷，即由避雷针指向云层，沿电场线电势降低，则 D 点的电势低于 A 点的电势，故 B 正确；

C. C 点位置等势线分布比 A 点处密集一些，则 C 点位置电场强度分布比 A 点处大一些，即带负电的雨滴从 C 点运动到 A 点，电场力变小，故 C 错误；

D. 结合上述可知，图中电场强度方向垂直于等势线向上，带负电的雨滴在该电场所受电场力的方向整体向下，带负电的雨滴从 D 点向下运动到 A 点，电场力做正功，电势能减小，即带负电的雨滴经过 D 点时的电势能大于其经过 A 点时的电势能，故 D 错误。

故选 B。

6. D

【难度】0.85

【知识点】第一宇宙速度的意义及推导、地球同步卫星与其他卫星的对比、不同轨道上的卫

星各物理量的比较

【详解】A. 卫星从北纬 30° 的正上方，第一次运行至南纬 60° 正上方时，刚好为运动周期的 $\frac{1}{4}$ ，所以卫星运行的周期为 12h，但因地球在自转，则卫星的轨道不会每隔 12h 经过 A 点的

正上方一次，故 A 错误；

B. 根据

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

知，该卫星的角速度比静止卫星的角速度大，故 B 错误；

C. 根据万有引力提供向心力，有

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

解得

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

该卫星离地高度比静止卫星低，所以卫星线速度大，故 C 错误；

D. 第一宇宙速度 7.9km/s 为卫星最小的发射速度和最大的环绕速度，所以该卫星的线速度小于 7.9km/s，故 D 正确。

故选 D。

7. B

【难度】0.85

【知识点】机车的额定功率、阻力与最大速度

【详解】当牵引力等于阻力时，摩托车的速度达到最大，则有

$$v_m = \frac{P}{F} = \frac{P}{f} = \frac{660}{0.036 \times 110 \times 10} \times 3.6 \text{ km/h} = 60 \text{ km/h}$$

故选 B。

8. C

【难度】0.65

【知识点】电场强度的叠加法则、带电体周围的电势分布

【详解】ABC. 由于 A 点的电场强度为零，可知薄板在 A 点的电场强度与正点电荷在 A 点的电场强度大小相等，方向相反，则薄板带负电，薄板在 A 点的电场强度大小为

$$E'_A = k \frac{q}{9d^2}$$

根据对称性可知，薄板在 B 点的电场强度大小为

$$E'_B = E'_A = k \frac{q}{9d^2}$$

薄板在 B 点的电场强度方向向左，与正点电荷在 B 点的电场强度方向相同，则 B 点的电场强度不为 0，故 AB 错误，C 正确；

D. 根据对称性可知，薄板在 A 点和 B 点的电势相等，而正点电荷在 B 点的电势高于在 A 点的电势，则 B 点的电势高于在 A 点的电势，故 D 错误。

故选 C。

9. C

【难度】0.85

【知识点】斜抛运动、用动能定理求解外力做功和初末速度

【详解】A. 炮弹到达 b 点时，竖直方向上的速度为零，水平方向上的速度不为零，故 A 错误；

B. 若在最高点 b 炮弹只受重力作用，则炮弹的加速度方向竖直向下，而在实线中，炮弹在最高点不仅受重力作用，还受空气阻力（水平方向上的阻力与水平速度方向相反）作用，故合力不是竖直向下，则加速度不是竖直向下，故 B 错误；

CD. 由于空气阻力一直做负功，根据动能定理可知炮弹经过 a 点时的速度大于经过 c 点时的速度，故 C 正确，D 错误。

故选 C。

10. B

【难度】0.85

【知识点】利用牛顿第二定律分析动态过程、超重和失重的概念、判断系统机械能是否守恒

【详解】A. 运动员从 B 运动到 C 过程，蹦床弹力对运动员做负功，运动员的机械能减少，故 A 错误；

B. 运动员从 A 运动到 C 的过程，加速度方向先向下后向上，运动员先经历失重再超重，故 B 正确；

CD. 运动员经过 B 位置后，弹力先小于重力，运动员继续向下加速运动，当弹力等于重力时，运动员的加速度为 0，速度达到最大，之后弹力大于重力，运动员向下减速运动到最低点 C ，则运动员经过 C 位置时的加速度方向向上，不是处于平衡状态，故 CD 错误。

故选 B。

11. A

【难度】0.85

【知识点】类比地球求解其他星球的宇宙速度

【详解】设月球表面重力加速度为 g ，则有

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

解得

$$g = \frac{2H}{t^2}$$

设月球半径为 R ，根据图中几何关系可得

$$\sin \frac{\theta}{2} = \frac{R}{L} \approx \frac{\theta}{2}$$

可得

$$R = \frac{L\theta}{2}$$

由万有引力提供向心力得

$$\frac{GMm}{R^2} = mg = m \frac{v^2}{R}$$

可得月球的第一宇宙速度为

$$v = \sqrt{gR} = \sqrt{\frac{HL\theta}{t^2}}$$

故选 A。

12. B

【难度】0.65

【知识点】周期、角速度、转速、频率与线速度之间的关系式、能量的多种形式

【详解】A. A 点和 B 点同轴转动，角速度相等，但 A 点半径大于 B 点半径，所以 A 点的线速度大于 B 点的线速度，故 A 错误；

B. t 时间内通过圆内的空气动能为

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\rho\pi r^2 vt v^2 = \frac{1}{2}\rho\pi r^2 v^3 t$$

则此风力发电机发电的功率为

$$P = \frac{10\%E_k}{t} = 10\% \frac{1}{2}\rho\pi r^2 v^3 = 0.1 \times \frac{1}{2} \times 1.2 \times 3 \times 20^2 \times 5^3 W = 9000 W$$

故 B 正确；

CD. 根据

$$P = 10\% \frac{1}{2} \rho \pi r^2 v^3$$

若叶片半径变为原来的 2 倍, 则风力发电机发电的功率变为原来的 4 倍; 若风速变为原来的 2 倍, 则风力发电机发电的功率变为原来的 8 倍, 故 CD 错误。

故选 B。

13. D

【难度】0.65

【知识点】开普勒第二定律、开普勒第三定律、不同轨道上的卫星各物理量的比较、卫星发射及变轨问题中各物理量的变化

【详解】A. 在 I、III 轨道上, 根据

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$$

解得

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

由于 I 轨道半径小于 III 轨道半径, 则轨道 I 的线速度大小大于轨道 III 的线速度大小, 轨道 II 相对于轨道 III 是低轨道, 由低轨道变轨到高轨道, 需要在切点 B 处加速, 即轨道 II 在 B 点的速度大小小于轨道 III 的线速度大小, 则神舟十八号在轨道 II 上 B 点的速度大小一定小于轨道 I 上速度, 故 A 错误;

B. 在轨道 II 上的 A 点和 B 点位置处, 根据开普勒第二定律有

$$r_1 v_A \Delta t = r_2 v_B \Delta t$$

解得

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{r_2}{r_1}$$

则 B 错误;

C. 神舟十八号在轨道 I 上绕行过程, 根据

$$G \frac{Mm}{r_1^2} = m \frac{4\pi^2 r_1}{T_1^2}, \quad G \frac{Mm}{R^2} = mg$$

解得

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{r_1^3}{gR^2}}$$

故 C 错误；

D. 根据开普勒第三定律有

$$\frac{r_1^3}{T_1^2} = \frac{\left(\frac{r_1 + r_2}{2}\right)^3}{T_2^2}$$

神舟十八号在轨道Ⅱ上从 A 点运动到 B 点的最短时间

$$t_{\min} = \frac{T_2}{2}$$

结合上述解得

$$t_{\min} = \frac{\pi(r_1 + r_2)}{2R} \sqrt{\frac{r_1 + r_2}{2g}}$$

故 D 正确。

故选 D。

14. CD

【难度】0.85

【知识点】静电的利用和防止、导体上电荷的分布、尖端放电、静电屏蔽原理的应用

【详解】A. 图甲，武当山金殿安装了避雷针后，有效地避免了雷击，“雷火炼殿”现象不明显和减少了，故 A 错误；

B. 飞机在飞行时与大气摩擦在表面产生静电荷，使针一样的装置利用尖端放电的原理导走飞机表面的静电荷，故 B 错误；

C. 图丙，维修高压线路的电工穿金属衣起到静电屏蔽作用，能屏蔽高压线周围的电场，所以比绝缘衣更安全，故 C 正确；

D. 图丁，三条高压输电线上方的两条导线与大地相连，形成一个稀疏的金属网，可把高压线屏蔽起来，免遭雷击，故 D 正确。

故选 CD。

15. ABD

【难度】0.65

【知识点】中间时刻的瞬时速度、用动能定理求解外力做功和初末速度

【详解】A. 设子弹开始射入木块到与木块相对静止所用时间为 t ，根据运动学公式可得

$$L = \frac{v}{2}t, \quad L + s = \frac{v_0 + v}{2}t$$

则有

$$s = \frac{v_0 + v}{2} t - \frac{v}{2} t = \frac{v_0}{2} t > L = \frac{v}{2} t$$

故 A 正确；

BCD. 对木块根据动能定理可得

$$FL = \frac{1}{2} M v^2$$

对子弹根据动能定理可得

$$-F(L + s) = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$$

可得

$$F(L + s) = \frac{1}{2} m v_0^2 - \frac{1}{2} m v^2$$

联立可得

$$Fs = \frac{1}{2} m v_0^2 - \frac{1}{2} (M + m) v^2$$

故 BD 正确，C 错误。

故选 ABD。

16. (1) 甲、乙 乙

(2) 12.5 甲

(3) $mgL = \frac{1}{2} (M + m) \left(\frac{d}{t}\right)^2$ 气垫导轨的右端比左端高

【难度】0.65

【知识点】验证加速度与力成正比的实验步骤、数据处理与误差分析、验证机械能守恒定律的实验步骤与数据处理

【详解】(1) [1]三种方案中，甲、乙中小车均受到长木板的摩擦阻力作用，所以需要进行“补偿阻力”，丙中气垫导轨的摩擦阻力可以忽略不计，所以不需要进行“补偿阻力”；

[2]甲中绳子拉力可以用弹簧测力计测得，丙中绳子拉力可以用力传感器测得，只有乙中绳子拉力需要用重物的重力代替，所以需要满足重物（或钩码）质量远小于小车（或滑块）质量的方案是乙。

(2) [1]相邻两计数点间还有一个点没有画出，则相邻计数点的时间间隔为

$$T = 2 \times 0.02s = 0.04s$$

根据逐差法可得小车加速度为

$$a = \frac{(7.10 + 9.13 + 11.09 - 1.10 - 3.09 - 5.12) \times 10^{-2}}{9 \times 0.04^2} \text{m/s}^2 \approx 12.5 \text{m/s}^2$$

[2]由于乙、丙图中小车的加速度大小与重物的加速度大小相等，而重物的加速度大小一定小于重力加速度 g ；甲图中小车的加速度大小是重物加速度大小的2倍，小车的加速度可以大于重力加速度 g ，所以根据所计算的加速度大小可判定打出这条纸带的可能是实验方案甲。

(3) [1]滑块经过光电门的速度大小为

$$v = \frac{d}{t}$$

根据系统机械能守恒可得

$$mgL = \frac{1}{2}(M+m)v^2 - 0$$

联立可得满足关系式

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

则系统机械能守恒；

[2]分析实验数据后发现，系统增加的动能明显大于钩码和力传感器减小的重力势能，原因是：气垫导轨的右端比左端高，滑块下滑过程还有滑块的重力势能转化为系统的动能。

17. (1)A

(2)C

【难度】0.65

【知识点】研究物体平抛运动实验的目的、原理、器材、研究物体平抛运动实验的步骤和数据处理、研究物体平抛运动实验的注意事项和误差分析

【详解】(1) A. 为了确保小球飞出斜槽后做平抛运动，即飞出速度方向沿水平方向，实验中斜槽的末端必须调成水平状态，故 A 正确；

B. 小球每一次均从斜槽同一位置静止释放，小球克服阻力做功相同，小球放出的速度大小相同，即斜槽光滑与否对实验没有影响，故 B 错误；

C. 为了确保小球飞出斜槽的速度大小一定，小球每一次均应从斜槽上同一位置静止释放，故 C 错误。

故选 A。

(2) A. 若 x 、 y 是相对于小球飞出初始位置的坐标，则有

$$x = v_0 t, \quad y = \frac{1}{2} g t^2$$

解得

$$v_0 = x \sqrt{\frac{g}{2y}}$$

根据图乙可知，某点的 x 、 y 坐标是以小球在 a 处的球心为原点，而 a 处的球心并不是小球飞出初始位置，则速度不等于 $x \sqrt{\frac{g}{2y}}$ ，故 A 错误；

B. 对于平抛运动，以初始位置为原点，令速度与水平方向夹角为 θ ，则有

$$\tan\theta = \frac{gt}{v_0} = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{\frac{1}{2}v_0 t} = \frac{y}{x}$$

即速度的反向延长线通过对应位置水平分位移坐标线段的中点，由于图乙中 x 、 y 坐标是以小球在 a 处的球心为原点，而 a 处的球心并不是小球飞出初始位置，则小球运动的轨迹在 g 球心处的切线与 x 轴不交于 P 点，故 B 错误；

C. 令飞出初始位置到 a 点时间为 Δt ，连拍间隔时间为 T ，则有

$$y_{ab} = \frac{1}{2}g(T + \Delta t)^2 - \frac{1}{2}g\Delta t^2$$

$$y_{bc} = \frac{1}{2}g(2T + \Delta t)^2 - \frac{1}{2}g(T + \Delta t)^2$$

$$y_{cd} = \frac{1}{2}g(3T + \Delta t)^2 - \frac{1}{2}g(2T + \Delta t)^2$$

当有

$$T = 2\Delta t$$

解得

$$y_{ab}:y_{bc}:y_{cd} = 1:2:3$$

故 C 正确。

故选 C。

18. (1)C

(2)相同

【难度】0.85

【知识点】探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系

【详解】(1) 探究向心力大小 F 与物体的质量 m 、角速度 ω 和轨道半径 r 的关系，先探究向心力大小与其中一个物理量的关系，控制其他物理量不变，本实验采用的方法是控制变量法。故选 C。

(2) 探究向心力与轨道半径之间的关系时，应控制两小球质量相同，两小球的角速度相等，

则被传动皮带套住而转动的左右两边的变速塔轮的半径应该相同。

19. (1) 15m; (2) 390N; (3) 1170W

【难度】0.65

【知识点】v-t 图象斜率的物理意义、利用 v-t 图象求加速度、v-t 图象面积的物理意义、利用 v-t 图象求位移、牛顿定律与直线运动-简单过程、平均功率与瞬时功率的计算

【详解】(1) v-t 图像中，图像与时间轴所围几何图形的面积表示位移，则 5s 内货物的位移大小

$$x = \frac{v_m t_1}{2}$$

解得

$$x = 15\text{m}$$

(2) 0~3s，货物向下做加速运动，加速度方向向下，处于失重状态，拉力小于重力，而 3~5s，货物向下做减速运动，加速度方向向上，处于超重状态，拉力大于重力，可知匀减速下降时，无人机对货物的拉力最大，根据图像，3~5s 加速度大小为

$$a = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} = \frac{6-0}{5-3} = 3\text{m/s}^2$$

根据牛顿第二定律有

$$F - mg = ma$$

解得

$$F = 390\text{N}$$

(3) 由 v-t 图可得，t = 4s 时的速度

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

根据公式

$$P = Fv$$

解得拉力对货物的瞬时功率

$$P = 1170\text{W}$$

20. (1) $F = mg \tan \theta$; (2) $q = \frac{mgr^2 \tan \theta}{kQ}$; (3) $E = 4k \frac{Q}{r^2} - \frac{4mg \tan \theta}{Q}$ ，方向水平向右

【难度】0.65

【知识点】带电小球的平衡问题、电场强度的叠加法则

【详解】(1) 以小球 B 为对象，跟受力平衡可知小球 B 受到的库仑力 F 大小为

$$F = mg \tan \theta$$

(2) 对 B 根据库仑定律可得

$$F = k \frac{Qq}{r^2}$$

联立解得小球 B 的电荷量为

$$q = \frac{mgr^2 \tan \theta}{kQ}$$

(3) 小球 A 在 A、B 连线中点处的电场强度大小为

$$E_A = k \frac{Q}{\left(\frac{1}{2}r\right)^2} = 4k \frac{Q}{r^2}$$

小球 B 在 A、B 连线中点处的电场强度大小为

$$E_B = 4k \frac{q}{r^2} = \frac{4mg \tan \theta}{Q}$$

由于 A 的电荷量大于 B 的电荷量，则 A、B 连线中点处的电场强度大小为

$$E = E_A - E_B = 4k \frac{Q}{r^2} - \frac{4mg \tan \theta}{Q}$$

方向水平向右。

21. (1) $\sqrt{2gR}$; (2) $\frac{5}{4}mg$, 方向斜向左下方, 且与竖直方向夹角为 37° ; (3) $\frac{15}{4}mg$

【难度】0.65

【知识点】带电物体（计重力）在匀强电场中的直线运动、带电物体（计重力）在匀强电场中的圆周运动

【详解】(1) 滑块从 A 到 B 根据动能定理得

$$(qE - \mu mg)x = \frac{1}{2}mv_B^2 - 0$$

其中

$$qE = \frac{3}{4}mg$$

解得

$$v_B = \sqrt{2gR}$$

(2) 根据力的合成可得重力和电场力的合力大小为

$$F_{\text{合}} = \sqrt{(mg)^2 + \left(\frac{3}{4}mg\right)^2} = \frac{5}{4}mg$$

设合力方向与竖直方向夹角为 θ , 则

$$\tan\theta = \frac{\frac{3}{4}mg}{mg} = \frac{3}{4}$$

可得

$$\theta = 37^\circ$$

则合力方向斜向左下方，且与竖直方向夹角为 37° 。

(3) 将重力和电场力的合力视为等效重力，则过圆心 O 作等效重力方向的直线，与圆弧轨道的交点记为 D 点，所以小球运动到 D 点时，滑块对轨道的作用力达到最大值。从 A 到 D 根据动能定理得

$$qE(x + R\sin\theta) - \mu mgx - mg(R - R\cos\theta) = \frac{1}{2}mv_D^2 - 0$$

解得

$$v_D = \sqrt{2.5gR}$$

在 D 点根据牛顿第二定律得

$$F_N - \frac{5}{4}mg = m\frac{v_D^2}{R}$$

解得

$$F_N = \frac{15}{4}mg$$

根据牛顿第三定律可知，滑块对轨道的最大作用力的大小为 $\frac{15}{4}mg$ 。

22. (1) 3.5J; (2) 2J; (3) 见解析

【难度】0.4

【知识点】物块在水平传送带上运动分析、绳球类模型及其临界条件、弹簧类问题机械能转化的问题

【详解】(1) 滑块恰好不脱离圆弧轨道，在 A 处有

$$mg = m\frac{v^2}{R}$$

根据能量守恒可得

$$E_p = \frac{1}{2}mv^2$$

联立解得

$$E_p = \frac{1}{2}mgR = 3.5J$$

(2) 滑块在传送带上匀加速时的加速度为

$$a = \frac{\mu mg}{m} = \mu g = 6 \text{m/s}^2$$

若滑块在传送带上一直匀加速，直到速度变为 $v_0 = 10 \text{m/s}$ ，设运动时间为 t ，根据运动学公式可得

$$v_0 = v_1 + at$$

解得

$$t = \frac{1}{3} \text{s}$$

滑行的位移为

$$x = \frac{v_1 + v_0}{2} t = 3 \text{m} = L$$

即滑块加速到 $v_0 = 10 \text{m/s}$ 时，刚好运动到 E 点，所以滑块相对传送带滑行的相对位移为

$$\Delta x = v_0 t - L = \frac{1}{3} \text{m}$$

摩擦产生的热量为

$$Q = \mu mg \cdot \Delta x = 2 \text{J}$$

(3) ①若物体在传送带上一直加速，且到达 E 处时，速度刚好加速到 v_0 ，此时

$$v_0^2 - v_1^2 = 2aL$$

解得

$$v_1 = 8 \text{m/s}$$

此时最初的弹性势能为

$$E_p = \frac{1}{2} m v_1^2 - mg \cdot 3R = 11 \text{J}$$

当 $3.5 \text{J} \leq E_p \leq 11 \text{J}$ 时，物体在传送带上一直加速，根据能量守恒可得

$$\frac{1}{2} m v_c^2 = E_p + mg \cdot 3R$$

解得

$$v_c^2 = 2E_p + 42$$

根据运动学公式可得

$$v^2 - v_c^2 = 2aL$$

解得

$$v = \sqrt{2E_p + 78} (\text{m/s})$$

②若物体在传送带上一直减速，且到达 E 处时，速度刚好减速到 v_0 ，此时

$$v_0^2 - v_1^2 = -2aL$$

解得

$$v_1 = \sqrt{136} \text{ m/s}$$

此时最初的弹性势能为

$$E_p = \frac{1}{2}mv_1^2 - mg \cdot 3R = 47 \text{ J}$$

当 $E_p \geq 47 \text{ J}$ 时，物体在传送带上一直减速，此时

$$v_c^2 = 2E_p + 42$$

$$v^2 - v_c^2 = -2aL$$

可得

$$v = \sqrt{2E_p + 6} \text{ (m/s)}$$

③ 当 $11 \text{ J} \leq E_p \leq 47 \text{ J}$ 时，物体在传送带上一定会达到与传送带共速的状态，即 $v = 10 \text{ m/s}$ ；

综上所述可知，当 $3.5 \text{ J} \leq E_p \leq 11 \text{ J}$ 时， $v = \sqrt{2E_p + 78} \text{ (m/s)}$ ；当 $11 \text{ J} \leq E_p \leq 47 \text{ J}$ 时， $v = 10 \text{ m/s}$ ；

当 $E_p \geq 47 \text{ J}$ 时， $v = \sqrt{2E_p + 6} \text{ (m/s)}$ 。