

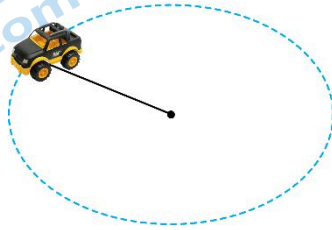
顺义区 2020-2021 学年第二学期期末考试

高一物理

第一部分选择题（共 60 分）

一、选择题（本题共 20 小题。在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是符合题意的。每小题 3 分，共 60 分）

1. 一辆电动玩具小车，可以在水平桌面上做匀速直线运动。现将小车用轻绳系在水平桌面上 O 点，如图所示的轻绳的长为 L ，小车转一圈的时间为 t 。下列物理量中，可以用来描述小车运动快慢的是（ ）



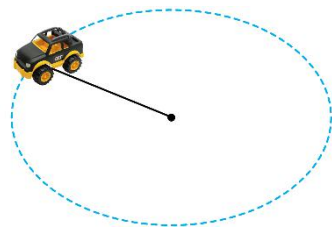
A. 位移

B. 半径

C. 线速度

D. 路程

2. 一辆电动玩具小车，可以在水平桌面上做匀速直线运动。现将小车用轻绳系在水平桌面上 O 点，如图所示的轻绳的长为 L ，小车转一圈的时间为 t 。小车角速度大小可表示为（ ）



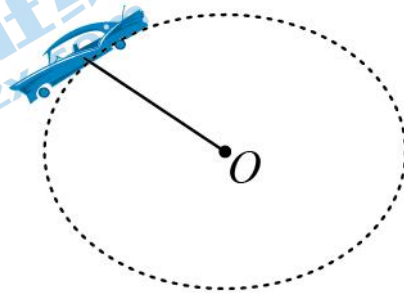
A. $\frac{2\pi l}{t}$

B. $\frac{2\pi}{t}$

C. $\frac{l}{t}$

D. $\frac{t}{l}$

3. 一辆电动玩具小车，可以在水平桌面上做匀速直线运动。现将小车用轻绳系在水平桌面上 O 点，如图所示的轻绳的长为 L ，小车转一圈的时间为 t 。根据题目所提供的信息，某同学判定小车做的是匀速圆周运动，可进一步推断小车所受的合力（ ）



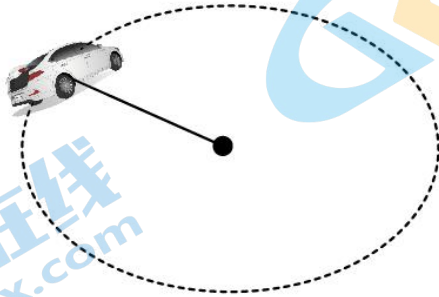
A. 保持不变

B. 大小和方向都变化

C. 大小改变，方向不变

D. 大小不变，方向改变

4. 一辆电动玩具小车，可以在水平桌面上做匀速直线运动。现将小车用轻绳系在水平桌面上 O 点，如图所示的轻绳的长为 L ，小车转一圈的时间为 t 。小车运行一段时间后，突然将轻绳剪断，下列关于小车运动判断正确的是 ()



A. 曲线运动

B. 匀加速直线运动

C. 匀速直线运动

D. 匀速圆周运动

5. 在篮球比赛中，篮球的投出角度太大和太小，都会影响投篮的命中率。在某次投篮表演中，运动员在空中一个漂亮的投篮，篮球以与水平面成 45° 的倾角准确落入篮筐，测得篮球入筐时的速度为 5m/s ，这次跳起投篮时，投球点和篮筐正好在同一水平面上，投球点到篮筐距离为 10m ，不考虑空气阻力， g 取 10m/s^2 。以地面作为参考系，篮球被投出后在空中做 ()



A. 平抛运动

B. 斜抛运动

C. 匀速直线运动

D. 匀减速直线运动

6. 在篮球比赛中，篮球的投出角度太大和太小，都会影响投篮的命中率。在某次投篮表演中，运动员在空中一个漂亮的投篮，篮球以与水平面成 45° 的倾角准确落入篮筐，测得篮球入筐时的速度为 5m/s ，这次跳起投篮时，投球点和篮筐正好在同一水平面上，投球点到篮筐距离为 10m ，不考虑空气阻力， g 取 10m/s^2 。篮球在空中运动的过程中，重力对篮球做的功下面分析正确的是 ()



- A. 做正功 B. 做负功 C. 先做负功后做正功 D. 不做功

7. 在篮球比赛中，篮球的投出角度太大和太小，都会影响投篮的命中率。在某次投篮表演中，运动员在空中一个漂亮的投篮，篮球以与水平面成 45° 的倾角准确落入篮筐，测得篮球入筐时的速度为 5m/s ，这次跳起投篮时，投球点和篮筐正好在同一水平面上，投球点到篮筐距离为 10m ，不考虑空气阻力， g 取 10m/s^2 。篮球从出手到入筐在空中运动的时间为 ()



- A. 2s B. $2\sqrt{2}\text{s}$ C. $5\sqrt{2}\text{s}$ D. $7\sqrt{2}\text{s}$

8. 2020 年 10 月 12 日 00 时 57 分，我国在西昌卫星发射中心用长征三号乙运载火箭，成功将“高分十三号”卫星发射升空，卫星顺利进入预定机道。“高分十三号”卫星是高轨光学遥感卫星，主要用于国土普查、农作物估产、环境治理、气象预警预报和综合防灾减灾等领域。“高分十三号”卫星绕地球的运动可看做匀速圆周运动，其轨道与地球赤道在同一平面内，从地面上看，“高分十三号”卫星在一定高度处静止不动。已知地球的半径为 R ，“高分十三号”卫星轨道半径为 r 。“高分十三号”卫星绕地球运转的周期约为 ()

- A. 6 小时 B. 12 小时 C. 24 小时 D. 36 小时

9. 2020 年 10 月 12 日 00 时 57 分，我国在西昌卫星发射中心用长征三号乙运载火箭，成功将“高分十三号”卫星发射升空，卫星顺利进入预定机道。“高分十三号”卫星是高轨光学遥感卫星，主要用于国土普查、农作物估产、环境治理、气象预警预报和综合防灾减灾等领域。“高分十三号”卫星绕地球的运动可看做匀速圆周运动，其轨道与地球赤道在同一平面内，从地面上看，“高分十三号”卫星在一定高度处静止不动。已知地球的半径为 R ，“高分十三号”卫星轨道半径为 r 。赤道上某点随地球自转的线速度大小为 v_1 。“高分十三号”卫星运动的线速度大小为 v_2 。则 $\frac{v_1}{v_2}$ 为 ()

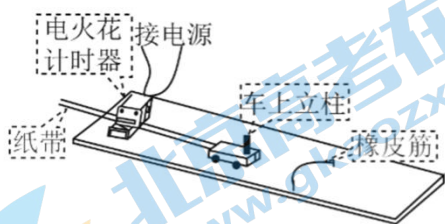
- A. $\frac{R}{r}$ B. $\frac{r}{R}$ C. $\frac{R^2}{r^2}$ D. $\frac{r^2}{R^2}$

10. 2020 年 10 月 12 日 00 时 57 分，我国在西昌卫星发射中心用长征三号乙运载火箭，成功将“高分十三号”卫星发射升空，卫星顺利进入预定机道。“高分十三号”卫星是高轨光学遥感卫星，主要用于国土普查、农作物估产、

环境治理、气象预警预报和综合防灾减灾等领域。“高分十三号”卫星绕地球的运动可看做匀速圆周运动，其轨道与地球赤道在同一平面内，从地面上看，“高分十三号”卫星在一定高度处静止不动。已知地球的半径为 R ，“高分十三号”卫星轨道半径为 r 。研究表明，地球自转在逐渐变慢，3 亿年前地球自转的周期约为 22 小时。假设这种趋势会持续下去，地球的其他条件都不变，未来人类发射的地球同步卫星与“高分十三号”卫星相比（ ）

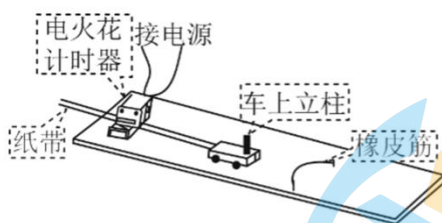
- A. 轨道半径变大
- B. 向心加速度变大
- C. 线速度变大
- D. 角速度变大

11. 如图所示，某同学设计了“探究功与动能变化的关系”的实验。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，设法使橡皮筋所做的功分别为 $2W$ 、 $3W$ ……图中电火花打点计时器的工作电源是（ ）



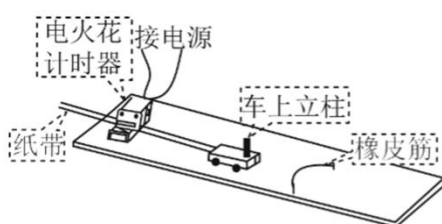
- A. 220V 的直流电源
- B. 220V 的交流电源
- C. 4--6V 的低压直流电源
- D. 4--6V 的低压交流电源

12. 如图所示，某同学设计了“探究功与动能变化的关系”的实验。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，设法使橡皮筋所做的功分别为 $2W$ 、 $3W$ ……实验室提供的器材如下：长木板、小车、橡皮绳若干、电火花打点计时器、纸带刻度尺、电源等，你认为还缺少的器材是（ ）



- A. 天平
- B. 秒表
- C. 圆规
- D. 重锤

13. 如图所示，某同学设计了“探究功与动能变化的关系”的实验。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，设法使橡皮筋所做的功分别为 $2W$ 、 $3W$ ……这名同学按照实验要求正确规范操作，用一根橡皮筋拉伸长 l 弹出小车，小车运动中获 B 得的最大速度为 v ，接下来用三根同样的橡皮筋伸长 l 将小车弹出，小车运动中获得的最高速度约为（ ）



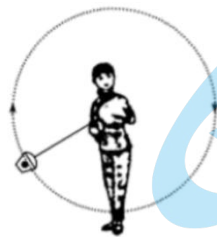
A. $\sqrt{2}v$

B. $\sqrt{3}v$

C. $\sqrt{\frac{3}{2}}v$

D. $\frac{3}{2}v$

14. 如图所示，用长 $L=0.6\text{m}$ 的绳系着装有 $m=0.5\text{kg}$ 水的小桶，在竖直平面内做圆周运动，成为“水流星”。重力加速度 g 取 10m/s^2 。在最低点时，“水流星”受力说法正确的是（ ）



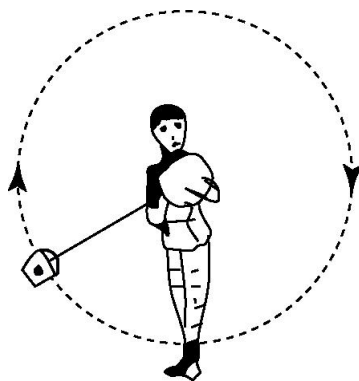
A. 只受绳的拉力

B. 向心力

C. 重力和绳的拉力

D. 重力、绳的拉力和向心力

15. 如图所示，用长 $L=0.6\text{m}$ 的绳系着装有 $m=0.5\text{kg}$ 水的小桶，在竖直平面内做圆周运动，成为“水流星”。重力加速度 g 取 10m/s^2 。若过最高点时速度为 3m/s ，最高处的“水流星”，水对桶底的压力大小为（ ）



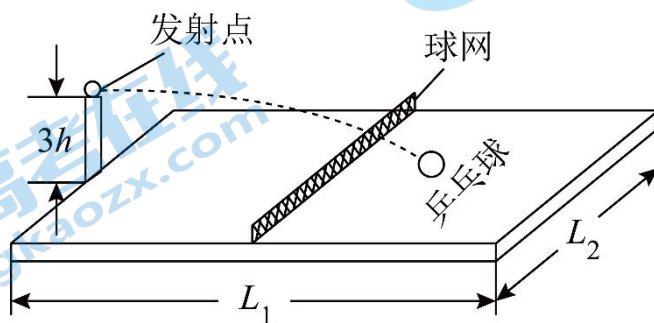
A. 0N

B. 2.5N

C. 5N

D. 12.5N

16. 一带有发射机的乒乓球台如图甲所示。水平台面的长和宽分别为 L_1 和 L_2 ，中间球网高度为 h （图丙）。发射机安装于台面左侧边缘的中点（图乙），能以不同速率向右侧不同方向水平发射乒乓球，发射点距台面高度为 $4h$ ，不计空气的作用，不考虑乒乓球旋转，重力加速度大小为 g 。以地面作为参考系，乒乓球被发射机发射后，在空中做（ ）



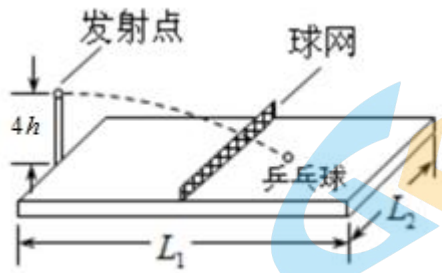
A. 平抛运动

B. 斜抛运动

C. 匀速直线运动

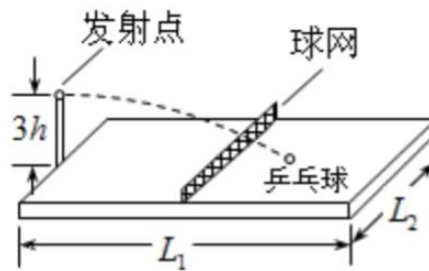
D. 匀减速直线运动

17. 一带有发射机的乒乓球台如图甲所示。水平台面的长和宽分别为 L_1 和 L_2 ，中间球网高度为 h （图丙）。发射机安装于台面左侧边缘的中点（图乙），能以不同速率向右侧不同方向水平发射乒乓球，发射点距台面高度为 $4h$ ，不计空气的作用，不考虑乒乓球旋转，重力加速度大小为 g 。乒乓球从发射点到台面上，运动的时间为（ ）



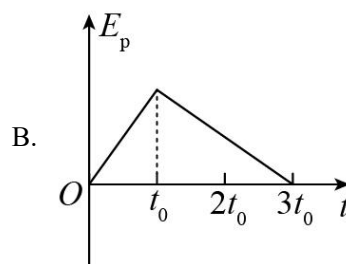
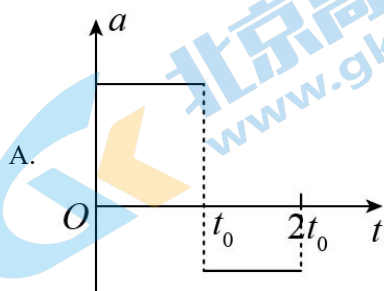
- A. $\frac{h}{g}$ B. $\frac{4h}{g}$ C. $\sqrt{\frac{2h}{g}}$ D. $2\sqrt{\frac{2h}{g}}$

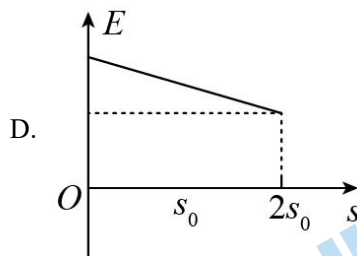
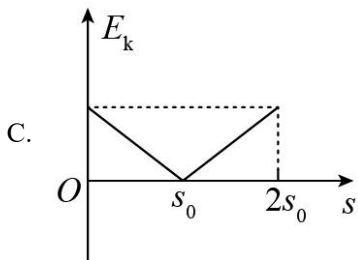
18. 一带有发射机的乒乓球台如图甲所示。水平台面的长和宽分别为 L_1 和 L_2 ，中间球网高度为 h （图丙）。发射机安装于台面左侧边缘的中点（图乙），能以不同速率向右侧不同方向水平发射乒乓球，发射点距台面高度为 $4h$ ，不计空气的作用，不考虑乒乓球旋转，重力加速度大小为 g 。若乒乓球的发射速在某范围内，通过选择合适的方向，就能使乒乓球落到网右侧的台面上，则速度 v 的范围是（ ）



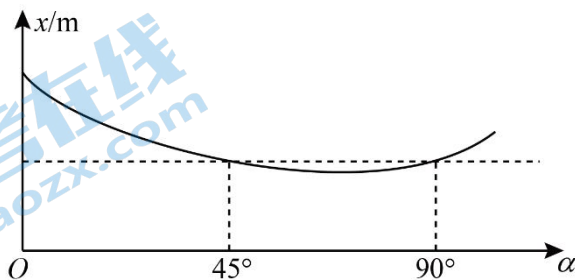
- A. $\frac{L_1}{2} \sqrt{\frac{g}{2h}} \leq v$ B. $\frac{L_1}{2} \sqrt{\frac{g}{6h}} < v \leq \frac{L_1}{2} \sqrt{\frac{g}{2h}}$
 C. $\frac{L_1}{4} \sqrt{\frac{g}{2h}} < v \leq \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(4L_1^2 + L_2^2)g}{2h}}$ D. $\frac{L_1}{2} \sqrt{\frac{g}{6h}} < v \leq \frac{1}{4} \sqrt{\frac{(4L_1^2 + L_2^2)g}{2h}}$

19. 某探究性科学小组让质量为 m 的木块以初速度 v_0 沿倾角可在 $0 \sim 90^\circ$ 之间任意调整的足够长的木板底端向上滑行，木板与物块间摩擦因数不变。探究有关摩擦因数、动能等相关知识。当倾角 a 固定时，对于木块冲至最高处再返回木板底端过程，如图中能正确反映物理量之间关系的图像是（ E_k 表示动能、 E 表示机械能、 E_p 表示势能、 a 表示加速度、 s 表示路程、 t_0 表示木块从底端冲至最高处的时间、 S_0 表示木块从底端冲至最高处的路程）（ ）





20. 某探究性科学小组让质量为 m 的木块以初速度 v_0 沿倾角可在 $0\sim 90^\circ$ 之间任意调整的足够长的木板底端向上滑行，木板与物块间摩擦因数不变。测出木块沿木板向上所能达到的最大位移 x ，画出木块向上所能达到的最大位移 x 与对应木板倾角 α 的图像如图所示，由该图像可求木块与木板间的动摩擦因数是（ ）



A. $\sqrt{2}-1$

B. $\sqrt{3}-\sqrt{2}$

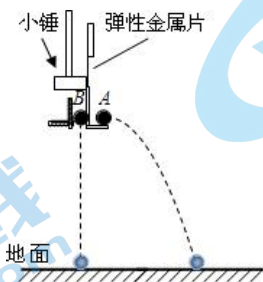
C. $\sqrt{\frac{3}{2}}$

D. $\frac{\sqrt{3}}{3}$

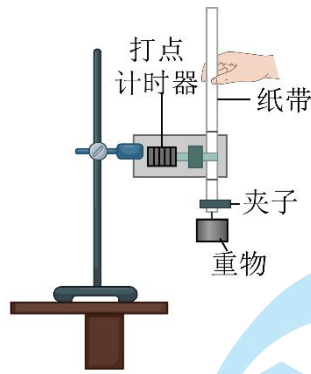
第二部分 非选择题（共 40 分）

二、填空题（本题共 3 小题。每小题 4 分，共 12 分）

21. 某同学用图示装置研究平抛运动及其特点，他的实验操作是：在小球 A、B 处于同一高度时，用小锤轻击弹性金属片，使 A 球水平飞出，同时 B 球被松开。他观察到的现象是：小球 A、B _____（填“同时”或“不同时”）落地；让 A、B 球恢复初始状态，用较大的力敲击弹性金属片，A 球在空中运动的时间将 _____（填“变长”、“不变”或“变短”）；上述现象说明：平抛运动的时间与 _____ 大小无关，平抛运动的竖直分运动是 _____ 运动。

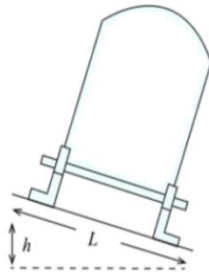


22. 如图所示“验证机械能守恒定律”的实验装置，得到实验数据，往往重锤动能的增加量 _____ 它所减小的重力势能（填“大于”、“小于”或“等于”），原因是 _____。



23. 近年来我国高速铁路发展迅速, 现已知某新型国产机车总质量为 m , 如图已知两轨间宽度为 L , 内外轨高度差为 h , 重力加速度为 g , 弯道半径为 R .

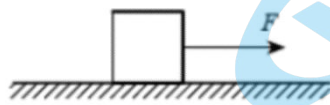
- (1) 该弯道处设计成内外轨存在高度差的原因是_____。
- (2) 该弯道处最为适宜的通过速度是_____。



三、计算论述题 (本题共 5 小题, 第 24 题、第 25 题各 5 分, 第 26 题、第 27 题、第 28 题各 6 分, 共 28 分) 解题要求: 写出必要的文字说明、方程式和结果。有数值计算的题, 结果必须明确写出数值和单位。

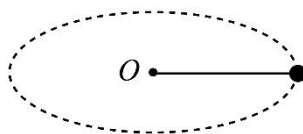
24. 如图所示, 用 $F=60\text{N}$ 的水平恒力拉动质量为 $m=10\text{kg}$ 的箱子, 在光滑的水平地面上由静止开始做匀加速直线运动, 当前进位移 $x=5\text{m}$ 时, 求:

- (1) 力 F 对箱子所做的功 W ;
- (2) 箱子的速度 v 。



25. 如图所示, 在光滑水平面上, 质量 $m=1\text{kg}$ 的小球, 以半径 $r=0.5\text{m}$ 绕 O 点做匀速圆周运动, 小球做匀速圆周运动的线速度 $v=2\text{m/s}$, 求:

- (1) 小球做匀速圆周运动的角速度 ω ;
- (2) 小球的向心力 F 。



26. 已知地球表面的重力加速度为 g , 半径为 R , 万有引力常量为 G , 不考虑地球自转。求:

(1) 地球的质量为 M ;

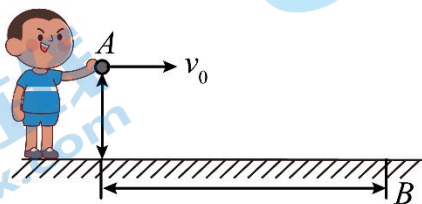
(2) 地球的第一宇宙速度。

27. 如图所示, 某同学将质量为 0.5kg 的小球从 A 点水平抛出后落在地面上的 B 点。已知小球在空中飞行的时间 $t=0.6\text{s}$ 。 A 点与 B 点的水平距离 $x=3\text{m}$, 重力加速度 g 取 10m/s^2 , 不计空气阻力。求:

(1) A 点距离地面的高度 h ;

(2) 小球水平抛出时的速度大小;

(3) 小球从 A 点到 B 点过程中重力做的平均功率。

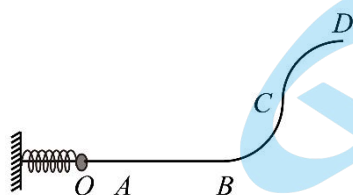


28. 如图所示, 将一根轻质弹簧和一个质量为 m 的小圆环穿在水平细杆上, 弹簧左端固定, 右端与小圆环相接触 (但不拴接, 小环可脱离), BC 和 CD 是由细杆弯成的两段 $\frac{1}{4}$ 圆弧, AB 杆与 BC 圆弧下端相切, BC 圆弧上端与 CD 圆弧下端相切, BC 圆弧的半径为 R 。 CD 圆弧的半径为 $2R$, O 点为弹簧自由端的位置, 整个轨道竖直放置, 除 OB 段粗糙外, 其余部分均光滑。用外力抓住小圆环缓慢向左压缩弹簧, 当弹簧的压缩量为 d 时释放, 小圆环弹出后恰好能到达 C 点, 返回水平杆时刚好与弹簧接触停在 O 点, 重力加速度为 g (已知弹簧弹性势能与压缩量的平方成正比, 小球通过 B 处和 C 处没有能量损失)。求:

(1) 当弹簧的压缩量为 d 时, 弹簧具有的弹性势能;

(2) 若将小圆环放置在弹簧的压缩量为 $2d$ 位置释放, 小圆环到达最高点 D 时, 轨道所受到的作用力 F ;

(3) 为了使小圆环能停在 OB 的中点, 弹簧具有的弹性势能。



参考答案

一、选择题（本题共 20 小题。在每小题给出的四个选项中，只有一个选项是符合题意的。每小题 3 分，共 60 分）

1. 【答案】C

【解析】

【分析】

【详解】用来描述小车运动快慢的物理量是线速度。

故选 C。

2. 【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】小车转一圈的时间为 t ，则小车角速度大小可表示为

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

故选 B。

3. 【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】小车做匀速圆周运动，则合力大小不变，方向总是指向圆心，即方向不断变化。

故选 D。

4. 【答案】C

【解析】

【分析】

【详解】小车运行一段时间后，突然将轻绳剪断，则小车水平方向不再受外力作用，则小车将做匀速直线运动。

故选 C。

5. 【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】以地面作为参考系，篮球被投出后初速度方向斜向上，且抛出后只受重力作用，则篮球在空中做斜抛运动。

故选 B。

6. 【答案】C

【解析】

【分析】

【详解】篮球投出后先向上运动后向下运动，当篮球从起点向上运动到最高点的过程中，重力方向与篮球位移方向的夹角为钝角，则重力对篮球做负功；当篮球从最高点向下运动到篮筐的过程中，重力方向与篮球位移方向的夹角为锐角，则重力对篮球做正功；所以重力对篮球先做负功后做正功，故 ABD 选项错误，C 选项正确。

故选 C。

7. 【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】依题意，篮球在空中做斜抛运动，根据运动合成和分解可得：篮球进框时的水平分速度大小为

$$v_x = v \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} v$$

设篮球由投球点运动到篮筐的时间为 t ，则水平方向

$$x = v_x t = \frac{\sqrt{2}}{2} vt$$

代入数据求得

$$t = 2\sqrt{2}s$$

故选 B。

8. 【答案】C

【解析】

【分析】

【详解】从地面上看，“高分十三号”卫星在一定高度处静止不动，可知该卫星与地球转动同步，则该卫星绕地球运转的周期等于地球自转的周期，即 24 小时。

故选 C。

9. 【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】“高分十三号”卫星是地球同步卫星，则该卫星与地球具有相同的角速度，根据

$$v = \omega r$$

可知

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\omega R}{\omega r} = \frac{R}{r}$$

故选 A。

10. 【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】依题意，知“高分十三号”卫星为地球同步卫星，周期为 24h，若地球自转在逐渐变慢，假设这种趋势会持续下去，地球的其他条件都不变，未来人类发射的地球同步卫星的周期与“高分十三号”卫星相比，将大于 24h，根据万有引力提供向心力有

$$G \frac{Mm}{r^2} = mr \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 = ma_n = m \frac{v^2}{r} = mr\omega^2$$

可得

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$$

T 增大，则轨道半径 r 将变大，向心加速度 a_n 将变小，线速度 v 将变小，角速度 ω 将变小，故选 A。

11. 【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】图中电火花打点计时器的工作电源是 220V 的交流电源。

故选 B。

12. 【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】该实验要探究的是功与小车动能变化的关系，则需要用天平测量小车的质量；打点计时器本身就是计时仪器，则不需要秒表，也不需要圆规和重锤。

故选 A。

13. 【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】设用一根橡皮筋时对小车做功为 W ，则三根时对小车做功为 $3W$ ，则

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

$$3W = \frac{1}{2}mv'^2$$

解得

$$v' = \sqrt{3}v$$

故选 B。

14. 【答案】C

【解析】

【分析】

【详解】在最低点时，“水流星”受到向下的重力和向上的绳的拉力作用，两个力的合力充当向心力。

故选 C。

15. 【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】设最高处的“水流星”，桶底对水的压力大小为 F_N ，则对水受力分析可知

$$F_N + mg = m\frac{v^2}{L}$$

解得

$$F_N = 2.5N$$

则根据牛顿第三定律可知，水对桶底的压力大小为 2.5N。

故选 B。

16. 【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】乒乓球被发射机发射出后，有水平方向的速度，竖直方向受到重力，因此在空中做平抛运动，故选 A。

17. 【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】乒乓球做平抛运动，则竖直方向是自由落体运动，则

$$4h = \frac{1}{2}gt^2$$

可得乒乓球从发射点到台面上，运动的时间为

$$t = 2\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

故选 D。

18. 【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】当速度最小时，球沿中线刚好过网，根据平抛运动规律

$$4h - h = \frac{1}{2}gt_1^2$$

$$\frac{L_1}{2} = v_1t_1$$

联立解得

$$v_1 = \frac{L_1}{2}\sqrt{\frac{g}{6h}}$$

当速度最大时，球斜向右端台面的对角线发射，根据平抛运动规律

$$4h = \frac{1}{2}gt_2^2$$

$$\sqrt{L_1^2 + \left(\frac{L_2}{2}\right)^2} = v_2t_2$$

联立解得

$$v_2 = \frac{1}{4}\sqrt{\frac{(4L_1^2 + L_2^2)g}{2h}}$$

因此球的速度应为

$$\frac{L_1}{2}\sqrt{\frac{g}{6h}} < v \leq \frac{1}{4}\sqrt{\frac{(4L_1^2 + L_2^2)g}{2h}}$$

故选 D。

19. 【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】A. 上滑时，由牛顿第二定律得

$$mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma_1$$

可得

$$a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$

下滑时，由牛顿第二定律得

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma_2$$

得

$$a_2 = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

上滑过程可以看当做反向的匀加速直线运动处理，上滑和下滑的位移相同，但加速度大小不同，由

$$x = \frac{1}{2} at^2$$

可知上滑和下滑的时间不等，故 A 错误。

B. 当向上滑时

$$L = v_0 t - \frac{1}{2} at^2$$

由重力势能表达式可知

$$E_p = mgL \sin \alpha$$

联立可知 E_p 与时间的关系不可能是直线，故 B 错误；

C. 由于过程中摩擦阻力做负功，故回到斜面底部时，动能一定比开始上滑时小，故 C 错误；

D. 由功能关系可知，摩擦力做的功为机械能的减小量，可得上滑和下滑机械能都是在减小，且上滑过程和下滑过程机械能的减小量相等，由于摩擦力大小不变，所以斜率也相等，故 D 正确。

故选 D。

20. 【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】当倾角为 45° 时，物体运动到最高点的过程中，由能量守恒可知

$$\frac{1}{2} mv_0^2 = \mu mg \cos 45^\circ x + mg \sin 45^\circ x$$

当倾角为 90° 时，物体运动到最高点的过程中，由能量守恒可知

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

联立解得

$$\mu = \sqrt{2} - 1$$

故选 A。

二、填空题（本题共 3 小题。每小题 4 分，共 12 分）

21. 【答案】 ①. 同时 ②. 不变 ③. 初速度 ④. 自由落体

【解析】

【详解】[1]小锤轻击弹性金属片时，A 球做抛运动，同时 B 球做自由落体运动，通过实验可以观察到它们同时落地；

[2]用较大的力敲击弹性金属片，则被抛出初速度变大，但竖直方向运动不受影响，因此运动时间仍不变；

[3][4]上述现象说明：平抛运动的时间与初速度大小无关，且可以证明平抛运动在竖直方向上做自由落体运动

22. 【答案】 ①. 小于 ②. 重物下落时受到阻力作用

【解析】

【分析】

【详解】[1][2]“验证机械能守恒定律”的实验，得到实验数据，往往重锤动能的增加量小于它所减小的重力势能，原因是重物下落时受到阻力作用。

23. 【答案】 ①. 见解析 ②. $\sqrt{\frac{gRh}{L^2 - h^2}}$

【解析】

【分析】

【详解】（1）[1]弯道处设计成内外轨存在高度差的原因是：使火车在经过弯道处时，尽量让火车受到的重力与轨道对火车的支持力来提供火车转弯所需向心力，从而避免车轮与轨道间有相互挤压。

（2）[2]当火车转弯时，若重力与支持力的合力恰好提供火车转弯所需向心力时，有

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

又

$$\tan \theta = \frac{h}{\sqrt{L^2 - h^2}}$$

联立解得，该弯道处最为适宜的通过速度为

$$v = \sqrt{\frac{gRh}{\sqrt{L^2 - h^2}}}$$

三、计算论述题（本题共 5 小题，第 24 题、第 25 题各 5 分，第 26 题、第 27 题、第 28 题各 6 分，共 28 分）解题要求：写出必要的文字说明、方程式和结果。有数值计算的题，结果必须明确写出数值和单位。

24. 【答案】（1）300J；（2）7.7m/s

【解析】

【分析】

【详解】（1）力 F 对箱子所做的功

$$W = Fx = 300\text{J}$$

（2）根据动能定理

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

解得箱子的速度

$$v = \sqrt{60}\text{m/s} \approx 7.7\text{m/s}$$

25. 【答案】（1）4rad/s；（2）8N

【解析】

【分析】

【详解】（1）小球做匀速圆周运动的角速度

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{2}{0.5}\text{rad/s} = 4\text{rad/s}$$

（2）小球的向心力

$$F = m \frac{v^2}{r} = 1 \times \frac{2^2}{0.5}\text{N} = 8\text{N}$$

26. 【答案】（1） $M = \frac{gR^2}{G}$ ；（2） $v = \sqrt{gR}$

【解析】

【分析】

【详解】（1）根据

$$G \frac{Mm}{R^2} = mg$$

可得地球的质量

$$M = \frac{gR^2}{G}$$

(2) 根据

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

可得地球的第一宇宙速度

$$v = \sqrt{gR}$$

27. 【答案】 (1) 1.8m; (2) 5m/s; (3) 15W

【解析】

【分析】

【详解】 (1) A 点距离地面的高度

$$h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.6^2 \text{ m} = 1.8 \text{ m}$$

(2) 小球水平抛出时的速度大小

$$v_0 = \frac{x}{t} = \frac{3}{0.6} \text{ m/s} = 5 \text{ m/s}$$

(3) 小球从 A 点到 B 点过程中重力做的平均功率

$$\bar{P} = \frac{W_G}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{0.5 \times 10 \times 1.8}{0.6} \text{ W} = 15 \text{ W}$$

28. 【答案】 (1) $2mgR$; (2) $9mg$; (3) $E_{p1} = (n + \frac{1}{2})mgR (n = 0, 1, 2)$

【解析】

【分析】

【详解】 (1) 由于小圆环恰好能到 C 点, 则由功能关系知

$$E_p = f_{AB} \cdot x_{AB} + mgR$$

由于返回时停在 D 点, 由功能关系知

$$f_{AB} \cdot x_{AB} = mgR$$

联立解得

$$E_p = 2mgR$$

(2) 由于弹簧弹性势能与压缩量的平方成正比, 则

$$E'_p = 4E_p = 8mgR$$

由功能关系知

$$E'_p = f_{AB} \cdot x_{AB} + mg \cdot 2R + \frac{1}{2}mv_D^2$$

联立解得

$$v_D = \sqrt{10gR}$$

由牛顿第二定律知

$$F_N + 9mg = m \frac{v_D^2}{R}$$

解得

$$F_N = 9mg$$

方向向下；

(3) 为了使物块停在 OB 中点，则要求滑块达到的最高点为 D 点，则

$$E_{p1} < f_{AB} \cdot x_{AB} + mg2R = 3mgR$$

为了使物块停在 OB 中点，同时还应满足

$$E_{p1} < (2n+1)f \cdot \frac{L}{2} = (n + \frac{1}{2})mgR$$

联立可得

$$E_{p1} = (n + \frac{1}{2})mgR (n = 0, 1, 2)$$