

物理(一)

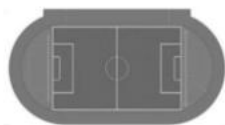
注意事项: 1. 本试卷考试时间为 75 分钟, 满分 100 分。

2. 答题前, 考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡相应的位置。

一、单选题: 本题共 7 小题, 每小题 4 分, 共 28 分。在每小题给出的四个选项中, 只有一项符合题目要求。

1. 如图所示, 操场跑道的弯道部分是半圆形, 最内圈的半径是 36m。一位同学沿最内圈跑道匀速跑过一侧弯道的时间为 10s, 则这位同学在沿弯道跑步时

- A. 角速度为 $\frac{\pi}{5} \text{rad/s}$
 B. 线速度大小为 $3.6\pi \text{m/s}$
 C. 转速为 $\frac{1}{10} \text{r/s}$
 D. 向心加速度大小为 $\frac{9}{25}\pi \text{m/s}^2$

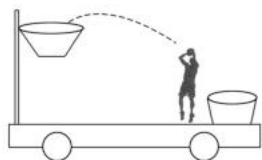


2. 我国某研究团队提出以磁悬浮旋转抛射为核心的航天器发射新技术。已知地球和月球质量之比约为 81 : 1, 半径之比约为 4 : 1。则绕地球运行的卫星最大线速度与绕月球运行的卫星最大线速度的比值约为

- A. 9 B. 16 C. 4.5 D. 1.9

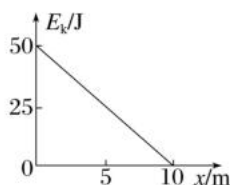
3. 如图所示, 静止在光滑水平面上的小车, 站在车上的人将右边筐中的篮球一个一个地投入左边的筐中, 所有篮球仍在车上, 不计空气阻力。在投球过程中下列说法正确的是

- A. 小车向左运动
 B. 人和小车组成的系统所受的合外力为零
 C. 人和小车组成的系统动量守恒
 D. 投完篮球后, 篮球静止, 小车亦静止



4. 质量为 1kg 的物体以 50J 的初动能在粗糙的水平面上滑行, 其动能的变化与位移的关系如图所示, 则下列说法正确的是

- A. 物体运动的初速度大小为 10m/s
 B. 物体与水平面间的动摩擦因数为 0.1
 C. 物体运动过程中摩擦力的平均功率为 20W
 D. 物体运动的加速度大小为 2.5m/s^2



5. 2024 年 3 月 20 日, 我国探月工程四期鹊桥二号中继星成功发射升空。当抵达距离月球表面某高度时, 鹊桥二号开始进行近月制动, 并顺利进入捕获轨道运行, 如图所示, 轨道的半长轴约为 51900km。后经多次轨道调整, 进入冻结轨道运行, 轨道的半长轴约为 9900km。则鹊桥二号在捕获轨道运行时

- A. 周期小于在冻结轨道运行的周期
 B. 机械能小于在冻结轨道运行的机械能
 C. 近月点的速度大于在冻结轨道运行时近月点的速度
 D. 近月点的加速度小于在冻结轨道运行时近月点的加速度



6. 司机清洗汽车时会用到如图所示的高压水枪。已知水枪喷出水柱的半径为 R ，水流速度为 v ，水柱垂直于汽车表面，水柱冲击汽车后水的速度为零，水的密度为 ρ ，若进入水枪的水流速度可忽略不计。下列说法正确的是

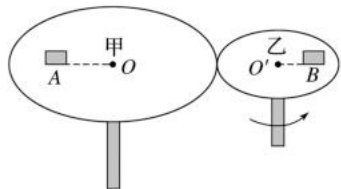


- A. 高压水枪单位时间喷出的水的质量为 $\rho v R^2$
 B. 汽车对水柱的平均作用力为 $\rho \pi v R^2$
 C. 当高压水枪喷口的出水柱的半径变为原来的 2 倍时，压强变为原来的 4 倍
 D. 当高压水枪喷口的出水速度变为原来的 2 倍时，压强变为原来的 4 倍
7. 共享电动车已经成为我们日常生活中不可或缺的重要交通工具。某共享电动车和驾驶员的总质量为 100kg ，电动车的额定功率为 600W 。若电动车从静止开始以额定功率在水平路面沿直线行驶，行驶的最大速度为 5.0m/s ，假定行驶中所受阻力恒定，重力加速度 g 取 10m/s^2 。下列说法正确的是

- A. 电动车牵引力的最大值为 120N
 B. 当电动车的速度为 2m/s 时，其加速度大小为 1.4m/s^2
 C. 若加速阶段的时间为 2.5s ，则加速阶段电动车克服摩擦力做的功为 250J
 D. 若电动车从静止开始以 2m/s^2 的加速度匀加速启动，匀加速时间共 2.5s

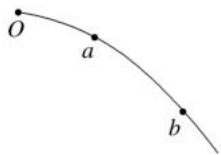
二、多选题：本题共 3 小题，每小题 6 分，共 18 分。在每小题给出的四个选项中，有两个或两个以上正确答案，全部选对得 6 分，漏选得 3 分，错选得 0 分。

8. 如图所示，摩擦传动装置中两个水平放置的轮盘靠摩擦力传动，其中 O 、 O' 分别为两轮盘的轴心，已知两个轮盘的半径比 $r_{\text{甲}} : r_{\text{乙}} = 4 : 1$ ，且在正常工作时两轮盘不打滑。现在两轮盘上分别放置两个质量相同的滑块 A 、 B ，两滑块与轮盘间的动摩擦因数相同，两滑块距离轴心 O 、 O' 的间距 $R_A = 2R_B$ 。若轮盘乙由静止开始转动起来且转速逐渐增加，则下列叙述正确的是

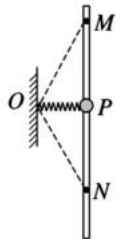


- A. 滑块 A 和 B 在与轮盘相对静止时，周期之比为 $T_{\text{甲}} : T_{\text{乙}} = 2 : 1$
 B. 滑块 A 和 B 在与轮盘相对静止时，向心力大小之比为 $F_A : F_B = 1 : 8$
 C. 转速增加后滑块 B 先发生滑动
 D. 转速增大过程中，摩擦力对两滑块都不做功

9. 右图是一可视为质点的排球从 O 点水平抛出后, 只在重力作用下运动的轨迹示意图。已知排球从 O 点到 a 点与从 a 点到 b 点的时间相等, 下列说法正确的是
- A. 排球从 O 点到 a 点和从 a 点到 b 点重力的冲量大小之比为 $1:1$
- B. 排球从 O 点到 a 点和从 a 点到 b 点重力做功之比为 $1:2$
- C. 排球运动到 a 点和 b 点时重力的瞬时功率之比为 $1:2$
- D. 排球运动到 a 点和 b 点时的动量大小之比为 $1:2$



10. 如图所示, 轻弹簧一端固定在 O 点, 另一端与一质量为 m 的小球相连, 小球套在固定的竖直光滑杆上, P 点到 O 点的距离为 L , OP 与杆垂直, 杆上 M 、 N 两点与 O 点的距离均为 $2L$ 。已知弹簧原长为 $\frac{5}{4}L$, 重力加速度为 g 。现让小球从 M 处由静止释放, 下列说法正确的是

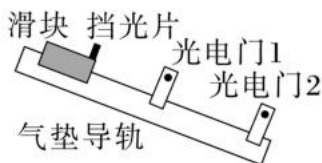


- A. 小球从 M 运动到 N 的过程中, 有三个位置小球的加速度为 g
- B. 小球从 M 运动到 P 的过程中, 小球的机械能先减小后增大
- C. 小球从 M 运动到 P 的过程中, 小球的动能增加量等于弹簧弹性势能的减少量

D. 小球通过 N 点时速率为 $2\sqrt{\sqrt{3}gL}$

三、非选择题: 本题共 5 道小题, 共 54 分。解答应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得分; 有数值计算的, 答案中必须明确写出数值和单位。

11. (6 分) 小唐邀请小李、小赵与小黄三位同学一起利用气垫导轨验证机械能守恒定律, 如下图是他们所用的实验装置示意图。已知光电计时器可以测出滑块的挡光片通过各光电门所用的时间, 回答下列问题:



(1) 小唐同学测出挡光片的宽度 d , 记录下挡光片先后通过光电门 1 和 2 所用的时间分别为 t_1 和 t_2 , 并用刻度尺和重垂线测得光电门 1 和 2 的竖直高度差为 h , 已知重力加速度为 g , 若选择光电门 1 所在水平面为参考平面, 则滑块经过光电门 2 时的机械能表达式为 _____ (用 t_2 、 m 、 h 、 d 和 g 表示);

(2) 小李同学认为要想实验结果更理想, 可以采取以下措施, 这些措施中不必要的是 _____;

- A. 挡光片的宽度 d 适当小些
- B. 光电门 1 和 2 的竖直高度差 h 适当大些
- C. 每次实验需精确测量滑块的质量
- D. 每次实验滑块都要从同一位置由静止释放

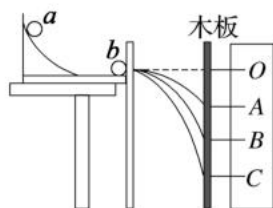
(3) 小赵同学选择滑块释放位置参考平面后，测出挡光片的宽度 d ，记录下挡光片先后通过光电门 1 和 2 所用的时间分别为 t_1 和 t_2 ，并用刻度尺和重垂线测得光电门 1 和 2 距参考平面的高度分别为 h_1 、 h_2 ，小黄同学建立了以 $\frac{1}{t_2^2} - \frac{1}{t_1^2}$ 为纵轴、 $h_2 - h_1$ 为横轴的坐标系并描点连线，得出图线，如果图线为过原点的倾斜直线且斜率约为 _____ (用 d 和 g 表示)，则可认为在误差允许范围内滑块的机械能守恒。

12. (6 分) 在“验证动量守恒定律”实验中，实验装置如图所示，按照以下步骤进行操作：

① 在平木板表面钉上白纸和复写纸，并将该木板竖立于紧靠槽口处，将小球 a 从斜槽轨道上固定点处由静止释放，撞到木板并在白纸上留下痕迹 O ；

② 将木板水平向右移动一定距离并固定，再将小球 a 从斜槽上固定点处由静止释放，撞到木板上得到痕迹 B ；

③ 把小球 b 静止放在斜槽轨道水平段的最右端，让小球 a 仍从斜槽上固定点处由静止释放，和小球 b 相碰后，两球撞在木板上得到痕迹 A 和 C 。



(1) 下列措施必要的是 _____ ；

A. 斜槽轨道必须是光滑的

B. 斜槽末端必须保持水平

C. 测出 a 球开始释放的高度 h

D. a 球和 b 球的半径和质量满足 $r_a = r_b$ 和 $m_a > m_b$

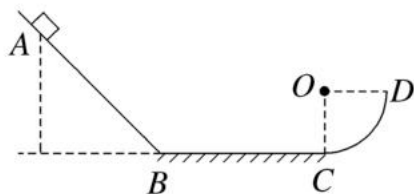
(2) 为完成本实验，测量了 a 球和 b 球的质量 m_a 、 m_b 、 O 点到 A 、 B 、 C 三点的距离 y_1 、 y_2 、 y_3 ，只要验证等式 _____ (用已测量的物理量的字母表示) 成立，即表示碰撞中动量守恒。若测得 $y_1 : y_2 : y_3 = 1 : 4 : 9$ ，则 a 球质量 m_a 和 b 球的质量 m_b 的比值为 _____。

13. (12 分) 我国航天技术飞速发展，设想数年后宇航员登上了某星球表面。宇航员从距该星球表面高度为 h 处，沿水平方向以初速度 v 抛出一质量为 m 小球，测得小球做平抛运动的水平距离为 L ，已知该星球的半径为 R (R 远大于 h)。求：

(1) 小球落至该星球表面时的动能；

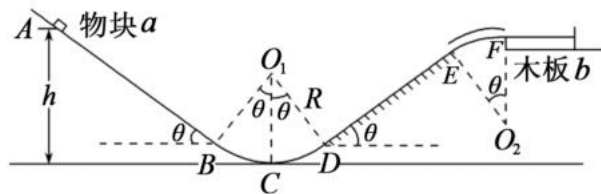
(2) 该星球近地卫星的周期。

14. (14分) 如图所示, 一个质量 $m=1.2\text{kg}$ 的物体从光滑且固定的斜面上 A 点由静止开始下滑依次经过 B 、 C 、 D 各点。当物体到达 D 点时, 继续竖直向上运动, 最高点距离 D 点的高度 $h=0.2\text{m}$ 。其中 BC 为水平面, BC 长度 $l_{BC}=1.5\text{m}$, CD 为光滑的 $\frac{1}{4}$ 圆弧, 半径 $R=0.6\text{m}$ 。物体与水平面 BC 间的动摩擦因数 $\mu=0.2$, 轨道在 B 、 C 两点平滑连接, 不计空气阻力, g 取 10m/s^2 。求:



- (1) 物体第一次运动到 C 点时对轨道的压力大小;
- (2) 物体最终停止的位置到 B 点的距离 s 。

15. (16分) 某固定装置的竖直截面如图所示, 由倾角 $\theta=37^\circ$ 的直轨道 AB , 半径 $R=1\text{ m}$ 的圆弧轨道 BCD , 长度 $L=1.25\text{ m}$ 、倾角为 θ 的直轨道 DE , 半径为 R 、圆心角为 θ 的圆弧管道 EF 组成, 轨道间平滑连接。在轨道末端 F 的右侧光滑水平面上紧靠着质量 $m=0.5\text{ kg}$ 木板 b , 其上表面与轨道末端 F 所在的水平面平齐。质量 $m=0.5\text{ kg}$ 的小物块 a 从轨道 AB 上高度为 h 处静止释放, 经圆弧轨道 BCD 滑上轨道 DE , 轨道 DE 与小物块之间、小物块 a 在木板 b 之间摩擦因数均为 $\mu=0.5$, 小物块 a 运动到木板 b 右侧的竖直挡板能发生弹性碰撞。($A \rightarrow D$ 轨道、 EF 轨道均光滑, 小物块视为质点, 不计空气阻力, 重力加速度 g 取 10 m/s^2 , $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$)



- (1) 若 $h=0.8\text{ m}$, 求小物块在 DE 上经过的总路程;
- (2) 若木板 b 的长度为 $l=0.2\text{ m}$, 要使滑块不脱离木板, 求 h 的最大值。

NT20 名校联合体高二年级入学摸底考试

物理（一）答案

1.B

【解析】由题意知，绕半圆形跑道的时间为 10 s，该同学在沿弯道跑步时角速度为 $\omega = \frac{\pi}{10} \text{ rad/s}$ ，

故 A 错误；根据 $v = \omega r$ 可得线速度大小为 $v = 3.6\pi \text{ m/s}$ ，故 B 正确；根据 $n = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$ ，得转速

为 $n = \frac{1}{20} \text{ r/s}$ ，故 C 错误；根据 $a = \omega^2 r = \frac{9}{25} \pi^2 \text{ m/s}^2$ ，故 D 错误。

2.C

【解析】绕星球运行的最大环绕速度为中心天体的第一宇宙速度，根据万有引力提供向心力

$\frac{GMm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$ ，可得中心天体的第一宇宙速度 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ ，地球和月球质量之比约为 81 : 1，半

径之比约为 4 : 1，则地球和月球的第一宇宙速度之比为 $\frac{v_{\text{地}}}{v_{\text{月}}} = \sqrt{\frac{M_{\text{地}} R_{\text{月}}}{M_{\text{月}} R_{\text{地}}}} = \frac{9}{2} = 4.5$ ，即最大环绕

速度的比值约为 4.5，故选 C。

3. D

【解析】在投球过程中，人和车(含篮球)系统所受的合外力不为零，则人和小车组成的系统动量不守恒，但水平方向不受外力，系统水平方向动量守恒，篮球有水平向左的动量，则人和车系统获得水平向右的动量，所以小车向右运动，故 A、B、C 错误；由题知投完球后所有球仍在车上，人、车和球速度相同，根据系统水平方向动量守恒知小车的速度为零，故 D 正确。

4.A

【解析】由 $E_{k1} = \frac{1}{2}mv^2 = 50\text{J}$ ，解得 $v = 10\text{m/s}$ ，由题图像知末动能 $E_{k2} = 0$ ，初动能 $E_{k1} = 50\text{J}$ ，根据动能定理得 $F_f \cdot x = E_{k2} - E_{k1}$ ，解得 $F_f = -5\text{N}$ ，又 $F_f = -\mu mg$ ，解得 $\mu = 0.5$ ，由牛顿第二定律得物体的加速度 $a = \frac{F_f}{m} = -5\text{m/s}^2$ ，则物体的运动时间 $t = \frac{0-v}{a} = 2\text{s}$ ，根据 $\bar{P} = \frac{W}{t} = 25\text{W}$ ，故

A 正确，B、C、D 错误。

5.C

【解析】根据开普勒第三定律有 $\frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{a_2^3}{T_2^2}$ ，可知鹊桥二号在捕获轨道运行的周期大于在冻结轨道运行的周期，故 A 错误；

根据轨道半径越大机械能越大，可知鹊桥二号在捕获轨道运行的机械能大于在冻结轨道运行的机械能，故 B 错误；从捕获轨道到冻结轨道，鹊桥二号在近月点进行近月制动减速，在捕获轨道运行时近月点的速度大于在冻结轨道运行时近月点的速度，故 C 正确；鹊桥二号在两轨道的近月点所受的万有引力相同，根据牛顿第二定律可知，在捕获轨道运行时近月点的加速度等于在冻结轨道运行时近月点的加速度，故 D 错误。

6.D

【解析】高压水枪单位时间喷出水的质量 $m_0 = \rho V = \rho \pi v R^2$ ，故 A 错误；设水柱对车的平均冲力为 F ，由动量定理得 $Ft = mv$ ，即 $Ft = \rho \pi v R^2 \cdot t \cdot v$ ，解得 $F = \rho \pi R^2 v^2$ ，故 B 错误；高压水枪产生的压强 $p = \frac{F}{S} = \frac{\rho \pi R^2 v^2}{\pi R^2} = \rho v^2$ ，则当高压水枪喷口的出水速度变为原来的 2 倍时，压强变为原来的 4 倍，故 C 错误、D 正确。

7. C

【解析】依题意，可得电动车受到的阻力大小为 $F_f = \frac{P}{v_m} = \frac{600}{5.0} \text{ N} = 120 \text{ N}$ ，则加速阶段牵引力应大于 120 N，故 A 错误；根据 $\frac{P}{v} - F_f = ma$ ，当电动车的速度为 2 m/s 时，其加速度大小为 $a = \frac{P}{mv} - \frac{F_f}{m} = 1.8 \text{ m/s}^2$ ，故 B 错误；加速阶段，根据动能定理 $P_{\text{额}} t - W_f = \frac{1}{2} mv^2$ ，得 $W_f = 250 \text{ J}$ ，故 C 正确；若电动车从静止开始以 2 m/s^2 的加速度匀加速启动，根据牛顿第二定律有 $F - F_f = ma$ ，可得此过程的牵引力大小 $F = 320 \text{ N}$ ，当功率达到额定功率时，匀加速运动结束，此时速度大小为 $v = \frac{P}{F} = \frac{15}{8} \text{ m/s}$ ，则所用时间为 $t = \frac{v}{a} = \frac{15}{16} \text{ s}$ ，故 D 错误。

8.BC

【解析】由题意可知两轮盘边缘的线速度大小相等，由 $v = \frac{2\pi r}{T}$ ， $r_{\text{甲}} : r_{\text{乙}} = 4 : 1$ ，可得 $T_{\text{甲}} : T_{\text{乙}} = 4 : 1$ ，所以滑块相对轮盘滑动前，A、B 的周期之比为 4 : 1，故 A 错误；

滑块相对轮盘开始滑动前，根据向心力公式 $F_n = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r$ ，又 $R_A : R_B = 2 : 1$ ， $T_{\text{甲}} : T_{\text{乙}} = 4 : 1$ ，A、B 的质量相等，所以 A、B 的向心力大小之比为 $F_A : F_B = 1 : 8$ ，故 B 正确；

设滑块 A、B 的质量均为 m ，滑块的最大静摩擦力分别为 $F_{\text{fA}} = \mu mg$ ， $F_{\text{fB}} = \mu mg$ ，则最大静摩

擦力之比为 $F_{fA} : F_{fB} = 1:1$ ；转动过程中向心力之比为 $F_{nA} : F_{nB} = 1:8$ ，由上可得滑块 B 先达到最大静摩擦力而先开始滑动，故 C 正确；

乙盘由静止开始转动，滑块的动能增大，则摩擦力对物块做正功，故 D 错误。

9. AC

【解析】根据 $I_G = mgt$ 可知重力的冲量大小之比为 $1:1$ ，故 A 正确；

排球抛出后，在竖直方向上做自由落体运动，从出发点开始，相同时间内竖直方向运动的位移之比为 $1:3$ ，即排球从 O 点到 a 点和从 a 点到 b 点竖直方向运动的位移大小之比为 $1:3$ ，根据 $W = mgh$ 可知重力做功之比为 $1:3$ ，故 B 错误；

由 $v_y = gt$ 得排球落到 a 点和 b 点的竖直速度之比为 $1:2$ ，又 $P = mgv_y$ ，可得重力的瞬时功率之比为 $1:2$ ，故 C 正确；

排球落到 a 点和 b 点的竖直速度之比为 $1:2$ ，水平速度相同，根据 $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$ ，可知排球运动到 a 点和 b 点时的速度之比不为 $1:2$ ，根据 $p = mv$ ，排球运动到 a 点和 b 点时的动量大小之比不为 $1:2$ ，故 D 错误。

10. AD

【解析】 $OM = ON = 2L$ ， $OP = L$ ，弹簧的原长为 $\frac{5}{4}L$ ，所以小球在 MP 之间某个位置时弹簧处于原长，弹簧弹力为 0 ，小球受到的合力等于重力，同理小球在 PN 之间某个位置时弹簧处于原长，弹簧弹力为 0 ，小球受到的合力等于重力，当小球经过 P 点时小球受到的合力等于重力，则小球从 M 运动到 N 的过程中，有三个位置小球的加速度为 g ，故 A 正确；

小球从 M 运动到 N 的过程中，弹簧先对小球做正功后做负功，则小球从 M 运动到 P 的过程中，小球的机械能先增大后减小，故 B 错误；

由能量守恒可知，小球从 M 运动到 P 的过程中，动能的增加量等于弹簧弹性势能的减少量加小球重力势能的减小量，故 C 错误；

小球在 M 、 N 两个位置时，弹簧的长度相等，所以弹簧的弹性势能相等，在整个过程中小球的重力势能全部转化为动能，有 $mg \times 2\sqrt{3}L = \frac{1}{2}mv^2$ ，解得 $v = 2\sqrt{\sqrt{3}gL}$ ，故 D 正确。

11. (1) $E = \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{t_2}\right)^2 - mgh$ (2分); (2) CD (少选得一分, 错选不得分) (2分); (3) $\frac{2g}{d^2}$ (2分)

【解析】(1) 滑块经过光电门 2 时的机械能为该位置的动能与重力势能之和，为

$$E = \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{t_2}\right)^2 - mgh$$

(2)滑块过光电门的速度是用挡光片通过光电门的平均速度替代，则挡光片的宽度要适当小些，以减小速度测量的误差，有必要，A 不符合题意；光电门 1 和 2 的竖直高度差 h 适当大些，减小测量 h 的误差，有必要，B 不符合题意；由机械能守恒公式可知，实验不需要测量滑块的质量，则精确测量滑块质量，没必要，C 符合题意；每次实验滑块不一定都要从同一位置由静止释放，没必要，D 符合题意。

(3)滑块机械能守恒，有 $\frac{1}{2}m\left(\frac{d}{t_1}\right)^2 - mgh_1 = \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{t_2}\right)^2 - mgh_2$ ，整理解得 $\frac{1}{t_2^2} - \frac{1}{t_1^2} = \frac{2g}{d^2}(h_2 - h_1)$ ，可

知以 $\frac{1}{t_2^2} - \frac{1}{t_1^2}$ 为纵轴、 $h_2 - h_1$ 为横轴得出的图像的斜率为 $\frac{2g}{d^2}$ 。

12.(1)BD (少选得一分，错选不得分) (2分)；(2) $\frac{m_a}{\sqrt{y_2}} = \frac{m_a}{\sqrt{y_3}} + \frac{m_b}{\sqrt{y_1}}$ (2分)，6:1(2分)

【解析】(1)本实验是“验证动量守恒定律”，所以实验误差与斜槽轨道的光滑程度无关，A 错误；为保证小球碰撞后做平抛运动，斜槽末端必须保持水平，B 正确；每次 a 球释放的高度 h 确定不变就可以，不用测量 h 值，C 错误；要产生正碰，需 a 球和 b 球的半径满足 $r_a = r_b$ ，为防止两球碰撞后 a 球反弹，质量要满足 $m_a > m_b$ ，D 正确。

(2) a 、 b 两球碰撞后做平抛运动，由 $L = vt$ 和 $y = \frac{1}{2}gt^2$

$$\text{可得 } v = \frac{L}{\sqrt{\frac{2y}{g}}}$$

则由动量守恒定律可得 $m_a v_0 = m_a v_1 + m_b v_2$

$$\text{即为 } m_a \frac{L}{\sqrt{\frac{2y_2}{g}}} = m_a \frac{L}{\sqrt{\frac{2y_3}{g}}} + m_b \frac{L}{\sqrt{\frac{2y_1}{g}}}$$

$$\text{整理得 } \frac{m_a}{\sqrt{y_2}} = \frac{m_a}{\sqrt{y_3}} + \frac{m_b}{\sqrt{y_1}}$$

若表达式 $\frac{m_a}{\sqrt{y_2}} = \frac{m_a}{\sqrt{y_3}} + \frac{m_b}{\sqrt{y_1}}$ 成立，即表示碰撞中动量守恒

若测得 $y_1 : y_2 : y_3 = 1 : 4 : 9$

$$\text{则 } \frac{m_a}{2} = \frac{m_a}{3} + m_b$$

解得 $m_a : m_b = 6 : 1$

$$13. (1) mv^2 \left(\frac{1}{2} + \frac{2h^2}{L^2} \right); (2) \frac{\pi L}{v} \sqrt{\frac{2R}{h}}$$

【解析】(1) 小球在星球表面做平抛运动，有 $L = vt$ ， $h = \frac{1}{2} g_{\text{星}} t^2$ (2分)

$$\text{解得 } g_{\text{星}} = \frac{2hv^2}{L^2} \quad (1 \text{分})$$

设小球落地的动能为 E_k ，对小球从抛出到落地由动能定理，

$$mg_{\text{星}} h = E_k - \frac{1}{2} mv^2 \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } E_k = mv^2 \left(\frac{1}{2} + \frac{2h^2}{L^2} \right) \quad (2 \text{分})$$

$$(2) \text{在星球表面满足 } \frac{GMm}{R^2} = mg_{\text{星}} \quad (1 \text{分})$$

$$\text{又 } \frac{GMm}{R^2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 R \quad (2 \text{分})$$

$$\text{解得 } T = \frac{\pi L}{v} \sqrt{\frac{2R}{h}} \quad (2 \text{分})$$

14. (1) 44N; (2) 0.5m

【解析】(1) 物体由 C 点运动到最高点，根据动能定理得 $-mg(h+R) = 0 - \frac{1}{2} mv_C^2$ (2分)

代入数据解得： $v_C = 4\text{m/s}$

在 C 点根据牛顿第二定律有

$$F_N - mg = m \frac{v_C^2}{R} \quad (2 \text{分})$$

解得滑道对人的支持力大小为

$$F_N = 44\text{N} \quad (2 \text{分})$$

据牛顿第三定律，人运动到 C 点时对滑道的压力大小与 F_N 大小相等，为 44 N。 (2分)

(2) 物体由 C 点到最终停止，根据动能定理得：

$$-\mu mgs_1 = 0 - \frac{1}{2}mv_C^2 \quad (2 \text{分})$$

代入数据解得 $s_1 = 4\text{m}$

$$\text{由于 } s_1 = 2l_{BC} + 1\text{m} \quad (2 \text{分})$$

所以物体最终停止的位置到 B 点的距离为 $s = 0.5\text{m}$ (2分)

15. (1)1.5 m; (2)2.05m

【解析】(1)由几何关系可知, E 点的高度 $h_E = L\sin\theta + R(1 - \cos\theta) = 0.95\text{m} > h$ (2分)

显然小物块 a 不会从 E 点滑出轨道 DE

小物块 a 在 DE 上时, 因为 $\mu mg\cos\theta < mg\sin\theta$ (1分)

所以小物块 a 无法在 DE 上静止, 每次在 DE 上升至最高点后一定会下滑, 之后经过若干次在 DE 上的滑动使机械能损失, 最终小物块 a 将在 B 、 D 间往复运动, 且易知小物块每次在 DE 上向上运动和向下运动的距离相等, 设其在 DE 上经过的总路程为 s , 根据功能关系有

$$mg[h - R(1 - \cos\theta)] = \mu mg\cos\theta \cdot s \quad (3 \text{分})$$

解得 $s = 1.5\text{m}$ (2分)

(2)对小物块 a 从 A 到 F 的过程, 根据动能定理有

$$mg[h - L\sin\theta - 2R(1 - \cos\theta)] - \mu mg\cos\theta \cdot L = \frac{1}{2}mv_F^2 \quad (2 \text{分})$$

解得 $v_F = \sqrt{20h - 33}\text{m/s}$

设木板长度为 l 时, 小物块恰好不脱离滑块, 且此时二者达到共同速度 v , 根据动量守恒定律和能量守恒定律有 $mv_F = 2mv$ (2分)

$$\frac{1}{2}mv_F^2 = \frac{1}{2} \times 2mv^2 + \mu mg \cdot 2l \quad (2 \text{分})$$

解得 $h = 2.05\text{m}$ (2分)