

注意事项：

1. 考试时间 75 分钟，满分 100 分。

2. 答题前，学生务必将自己的姓名、准考证号填写在试卷和答题卡相应的位置上。

3. 全部答案在答题卡上完成，答在本试卷上无效。

一、单项选择题：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

项是符合题目要求的。

1. 合肥同步辐射装置(简称 HLS)是我国第一台以真空紫外和软 X 射线为主的专用同步辐射光源。如图所示为该装置中能量为  $1.352 \times 10^{-16} \text{ J}$  的电子直线加速器。若用国际单位

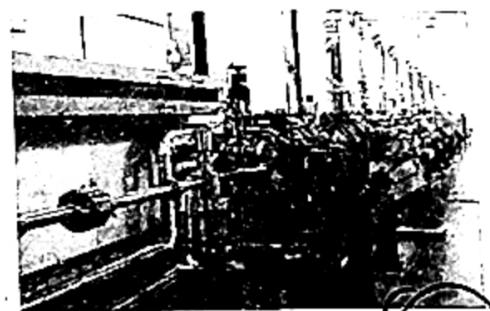
制基本单位的符号来表示 J，正确的是

A.  $\text{N} \cdot \text{m}$

B.  $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$

C.  $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$

D.  $\text{W} \cdot \text{s}$



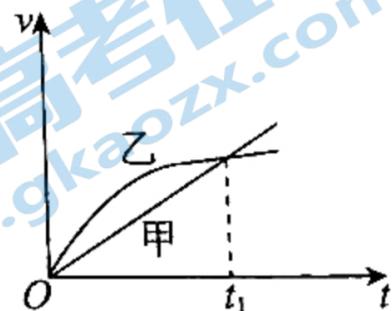
2. 甲、乙两辆车由同一地点向同一方向运动，其速度—时间图像如图所示。下列说法正确的是

A.  $t_1$  时刻，甲、乙两车速度相同

B.  $t_1$  时刻，甲、乙两车加速度相同

C.  $0 \sim t_1$  时间内，甲、乙两车平均速度相同

D.  $0 \sim t_1$  时间内，甲、乙两车经过的路程相同



3. 中国跳水队在东京奥运会共获得 7 枚金牌。假设跳水运动员(可视为质点)起跳离开跳板后在一条竖直线上运动，空气阻力忽略不计，关于运动员起跳离开跳板后的运动，下列说法正确的是

A. 运动员在空中上升过程中处于超重状态

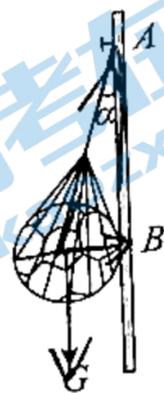
B. 运动员从起跳离开跳板到水的最深处，所受合力做功为零

C. 运动员在空中未接触水面前，相同的时间内动量变化相同

D. 运动员在空中未接触水面前，相同的时间内动能变化相同

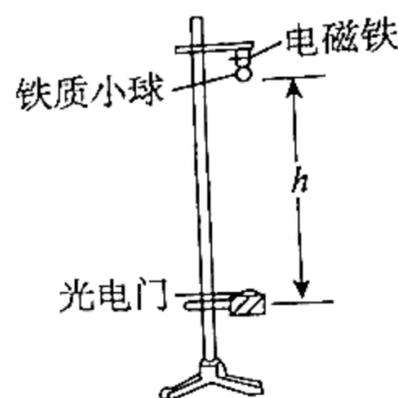


4. 如图所示,用网兜把足球挂在光滑墙壁上的 A 点,足球与墙壁的接触点为 B。若更换悬线更长的新网兜,重新把足球挂在 A 点,足球与墙壁接触点为 C(图中未标出),已知两点间距  $l_{AC} > l_{AB}$ , 下列说法正确的是



- A. 网兜对 A 点的拉力不变
- B. 网兜对 A 点的拉力变小
- C. 足球对墙壁的压力不变
- D. 足球对墙壁的压力变大

5. 如图所示,某同学用电磁铁吸附铁质小球,断开电磁铁电源,小球自由下落,从计时器上可读出小球通过光电门的时间,下列说法正确的是



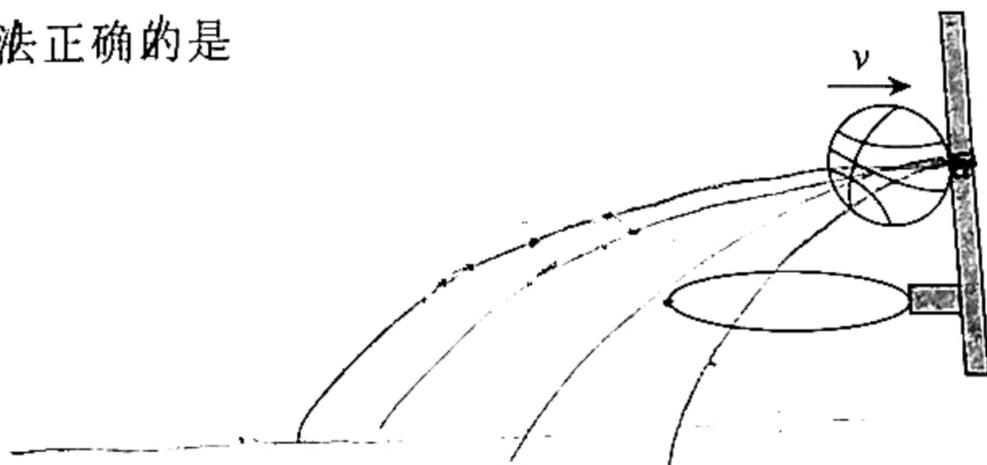
- A. 若仅增加下落高度  $h$ , 小球通过光电门的时间变小
- B. 若仅增加下落高度  $h$ , 小球通过光电门的时间不变
- C. 若仅更换半径更小的小球, 小球通过光电门的时间不变
- D. 若仅更换半径更小的小球, 小球通过光电门的时间变大

6. 如图所示,伽利略猜想落体的速度应该随时间均匀变化。为验证自己的猜想,伽利略通过“斜面实验”来研究落体运动规律。某同学对斜面实验进行验证,先让斜面保持倾角不变,让小球从不同位置由静止下滑,测得小球下滑的位移为  $x$ , 对应的时间为  $t$ , 下列关系式成立的是



- A.  $x \propto t$
- B.  $x \propto \sqrt{t}$
- C.  $\frac{x}{t} \propto t^2$
- D.  $\frac{x}{t} \propto t$

7. 如图所示,某次投篮过程中,运动员将篮球抛出,篮球以水平速度垂直碰撞篮板上 a 点后反向弹回,篮球砸到球筐的外边缘后弹出球筐。若再次投篮,仍使篮球水平垂直撞击篮板上 a 点,已知弹回速率变为撞击前速率的  $k$  ( $0 < k < 1$  且不变) 倍,若每次投篮位置高度相同,不计空气阻力。为使篮球进筐,下列说法正确的是



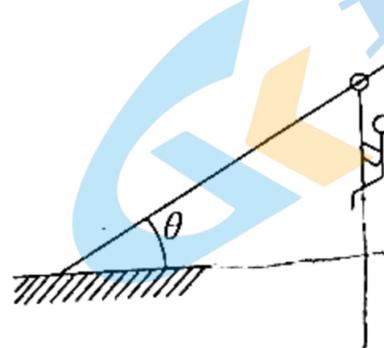
- A. 运动员应靠近球篮, 减小抛出速率
- B. 运动员应靠近球篮, 增大抛出速率
- C. 运动员应远离球篮, 减小抛出速率
- D. 运动员应远离球篮, 增大抛出速率

二、多项选择题：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，有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

8. 如图甲所示为某景区内的高空滑索运动，游客可利用轻绳通过轻质滑环悬吊下滑。假设某段加速下滑过程中钢索与水平方向的夹角为  $\theta$ ，轻绳始终保持竖直，示意图如图乙所示，以游客、滑环、轻绳为整体，不计空气阻力，在这一阶段下滑过程中



甲

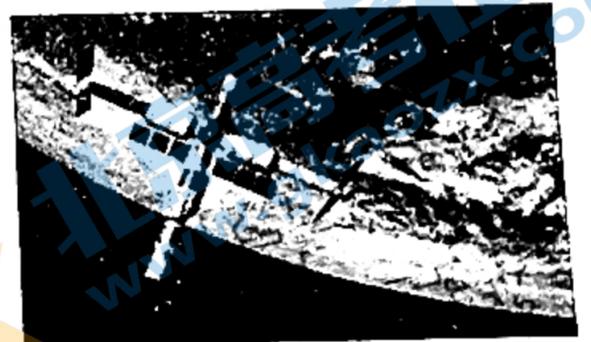


乙

- A. 整体的机械能守恒
- B. 整体损失的机械能与系统摩擦产生的热量相等
- C. 整体增加的动能与整体所受合外力做的功相等
- D. 整体增加的动能与整体减少的重力势能相等

9. 2021 年 6 月 17 日，中国神舟十二号载人飞船成功发射升空，将聂海胜、刘伯明和汤洪波三名航天员送入太空。神州十二号飞船在入轨后，与天和核心舱进行自主快速交会对接。与天和核心舱、天舟二号货运飞船形成组合体后，组合体围绕地球做匀速圆周运动。已知引力常量为  $G$ ，组合体轨道半径为  $r$ ，组合体绕地球转  $n$  圈的时间为  $t$ ，下列物理量可求的是

- A. 地球表面重力加速度
- B. 地球质量
- C. 组合体所在轨道的重力加速度
- D. 地球的密度



10. 如图所示是某地铁站的安检设施。该设施中的水平传送带以恒定速率  $v$  运动，乘客将质量为  $m$  的物品放在传送带上，物品由静止开始加速至速率为  $v$  后匀速通过安检设施，下列说法正确的是

- A. 物品先受滑动摩擦力作用，后受静摩擦力作用
- B. 物品所受摩擦力的方向与其运动方向相同
- C. 物品与传送带间动摩擦因数越大，产生热量越多
- D. 物品与传送带间动摩擦因数越大，物品与传送带相对位移



越小

三、非选择题：共 54 分，第 11~14 题为必考题，考生都必须作答。第 15~16 题为选考题，考生根据要求作答。

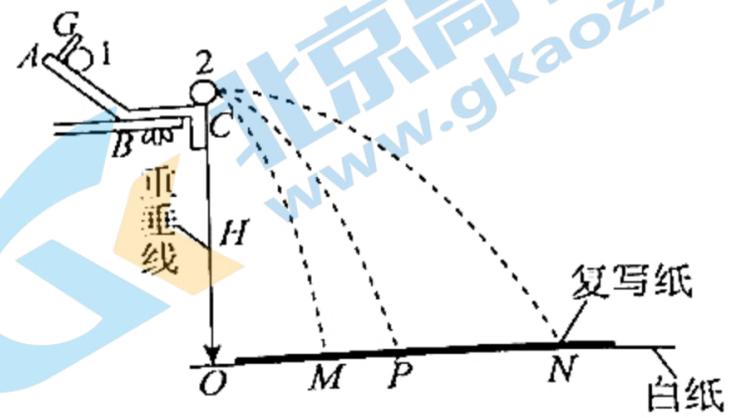
生根据要求作答。

(一) 必考题：共 42 分。

11. (6 分) 碰撞的恢复系数定义为  $e = \frac{|v_2' - v_1'|}{|v_2 - v_1|}$  其中

$v_1$  和  $v_2$  分别是碰撞前两物体的速度， $v_1'$  和  $v_2'$  分别是碰撞后两物体的速度。某同学用如图所示的装置，

研究两个半径相同的小球碰撞的恢复系数。图中  $O$  点是两球抛出点在地面上的垂直投影。实验时，先

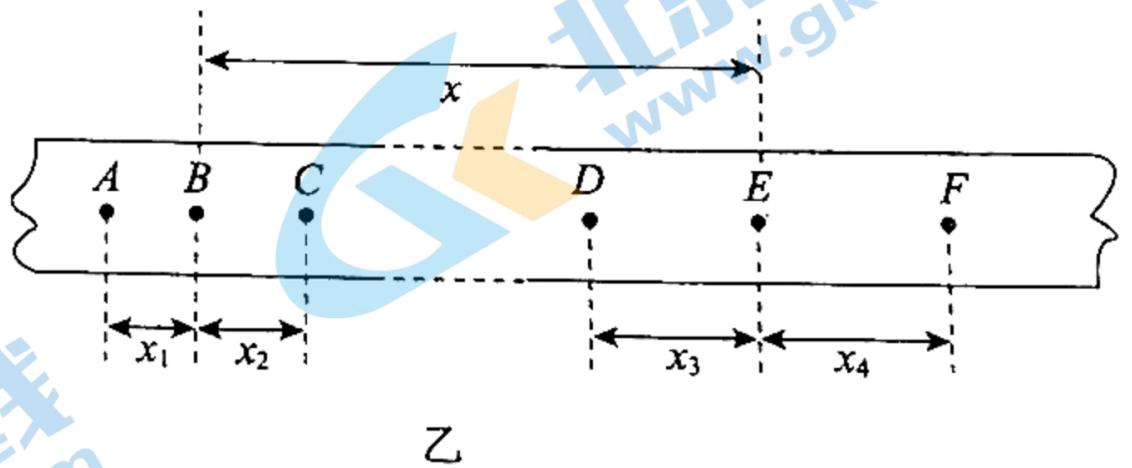
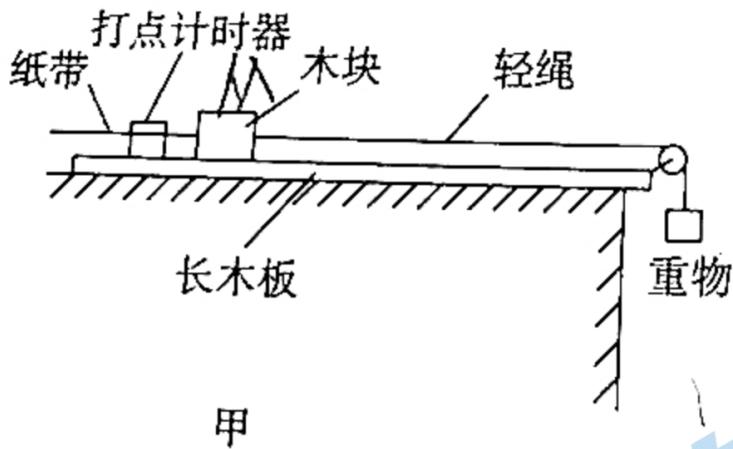


让人射球 1 多次从斜轨上的  $G$  位置静止释放，找到其平均落地点的位置  $P$ ，测量出平抛的射程  $OP$ 。然后把被碰小球 2 静置于轨道末端的  $C$  点，再将入射小球 1 从斜轨上的  $G$  位置由静止释放，与小球 2 相碰，并且多次重复。实验得到两小球的落点的平均位置分别为  $M$ 、 $N$ 。

(1) 为了测得两个小球碰撞的恢复系数，斜槽轨道  $BC$  段应 \_\_\_\_\_ (选填“水平”或“倾斜”)；

(2) 测量出长度  $OM$ 、 $OP$ 、 $ON$ ，则该实验测得碰撞的恢复系数  $e =$  \_\_\_\_\_ (用测得的物理量表示)，若碰撞为弹性碰撞，则  $e =$  \_\_\_\_\_。

12. (10 分) 某同学用图甲所示装置测量木块与长木板间的动摩擦因数。在水平的长木板上，木块通过轻绳连接重物，先打开打点计时器电源，再由静止释放重物，得到加速阶段的纸带如图乙所示，其中， $A$ 、 $B$ 、 $C$  为打下的相邻的点， $D$ 、 $E$ 、 $F$  为打下的相邻的点。



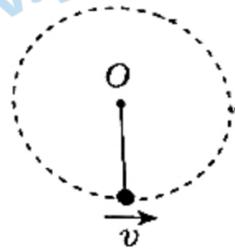
(1) 测量得到的数据有  $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$ 、 $x_4$ 、 $x$ ，已知打点计时器的频率为  $f$ ，则打下  $B$  点时木块的速度  $v_B =$  \_\_\_\_\_，打下  $E$  点时木块的速度  $v_E =$  \_\_\_\_\_。木块运动的加速度大小  $a =$  \_\_\_\_\_ (用  $v_B$ 、 $v_E$ 、 $x$  表示)。

(2) 已知重物质量为  $m$ ，木块质量为  $M$ ，重力加速度为  $g$ ，测得加速度大小为  $a$ ，则木块所受拉力大小为 \_\_\_\_\_ 木块与长木板间的动摩擦因数为 \_\_\_\_\_。(结果用  $m$ 、 $M$ 、 $g$ 、 $a$  表示)

13. (11分) 如图所系, 一不可伸长的轻绳上端固定在  $O$  点, 另一端连接质量  $m = 0.2 \text{ kg}$  的小球。现使其在竖直面内绕  $O$  点做圆周运动, 小球通过圆周最低点的速度  $v_0 = 5 \text{ m/s}$  时, 小球恰好能通过圆周最高点, 已知重力加速度  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , 空气阻力忽略不计。

(1) 求小球通过最高点时的速度大小和做圆周运动的半径大小;

(2) 若仅改变小球通过最低点的速度大小, 使小球不能做完整的圆周运动且细绳一直处于绷直状态, 求小球所受的最大拉力。

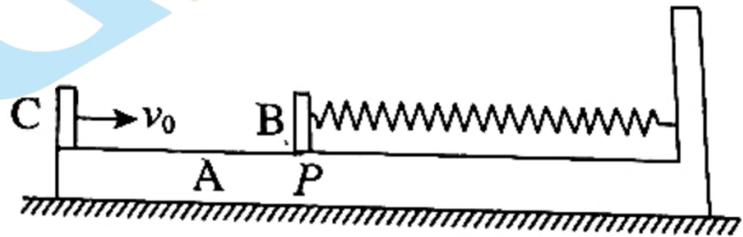


14. (15分) 如图所示, 质量为  $2 \text{ kg}$  的 L 型滑板 A 静止放在光滑水平面上, 滑板右端固定一根轻质弹簧, 弹簧左端连接质量为  $1 \text{ kg}$  的物块 B, B 静止在 P 点, 弹簧恰好处于原长。A 板上表面以 P 点为临界点, 左侧粗糙, 右侧光滑。质量为  $1 \text{ kg}$  的物块 C 以水平速度  $v_0 = 2 \text{ m/s}$  由滑板 A 上表面左端向右运动, 经过  $0.6 \text{ s}$ , C 与 B 相碰且粘在一起, 两物块与 A 板粗糙部分间的动摩擦因数均为  $0.1$ , 运动过程中弹簧最大压缩量为  $0.96 \text{ m}$ ,  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ , 物块 B、C 均视为质点。

(1) 求滑板 A 上表面粗糙部分的长度;

(2) 求弹簧最大的弹性势能;

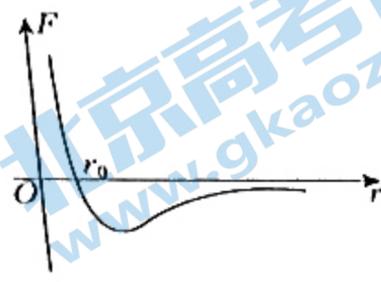
(3) 物块 BC 相对 A 板向左滑动时, A 板上表面粗糙部分涂上润滑剂使动摩擦因数减小, 通过计算判断物块 BC 是否会从滑板 A 上掉下。



(二)选考题:共 12 分,请考生从 2 道题中任选一题作答。如果多做,则按所做的第一题计分。

15.【选修 3-3】(12 分)

(1)(4 分)两分子间分子力  $F$  与分子间距离  $r$  的关系如图所示,曲线与  $r$  轴交点的横坐标为  $r_0$ ,假设两分子在分子力作用下从相距无穷远由静止开始相互接近至  $r=r_0$ ,则分子间作用力\_\_\_\_\_ (选填“变大”“变小”“先变大后变小”或“先变小后变大”),取两分子相距无穷远时分子势能为零,分子势能\_\_\_\_\_ (选填“变大”“变小”“先变大后变小”或“先变小后变大”)



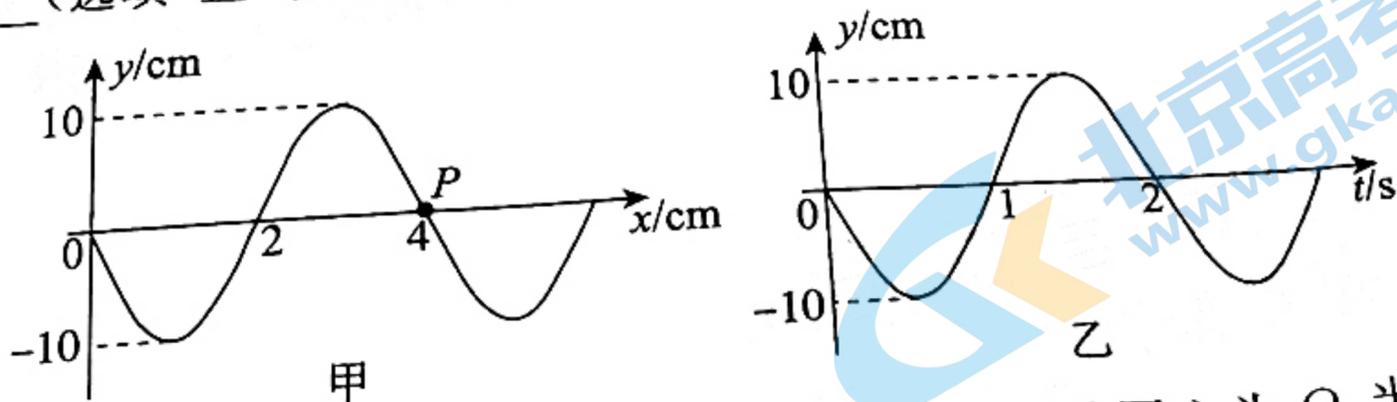
(2)(8 分)热气球是利用加热的空气密度低于气球外的空气密度以产生浮力飞行。如图所示,某热气球主要通过自带的机载加热器来调整气囊中空气的温度,从而达到控制气球升降的目的。该热气球内气体体积为  $V_0$ ,热气球和载重总质量为  $m$  (不包含气囊中气体),热气球内气体可视为理想气体且与外界大气相通,外界大气密度为  $\rho_0$ ,气体温度为  $T_0$ ,大气压强不变。



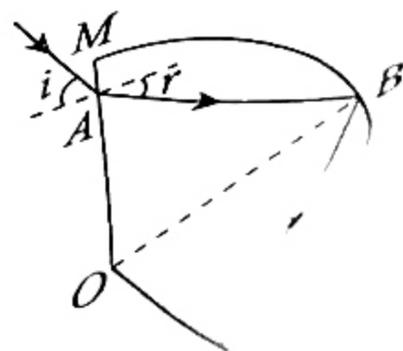
- ①请通过推导判断球内气体密度与热力学温度是否成反比;
- ②求气球悬浮在空中时球内气体的温度。

16.【选修 3-4】(12 分)

(1)(4 分)如图甲所示为一列简谐横波在  $t=1$  s 时的波形图像,图乙为质点 P 的振动图像,质点 P 在  $t=0$  时速度方向为沿  $y$  轴\_\_\_\_\_ (选填“正”或“负”)方向;该波沿  $x$  轴\_\_\_\_\_ (选填“正”或“负”)方向传播。



(2)(8 分)如图所示,MON 为柱状扇形玻璃的横截面,扇形的圆心为 O,半径  $R=0.3$  m,OB 为  $\angle MON$  的角平分线,一细束单色光以入射角  $i=45^\circ$  从 A 点射入玻璃,折射光线恰好在 B 点发生全反射,最后从 C 点折射出。玻璃对该光的折射率  $n=\sqrt{2}$ 。已知光在真空中的传播速度  $c=3 \times 10^8$  m/s,求该光在玻璃柱中的传播时间。(最后结果保留 2 位有效数字,取  $\frac{\sin 75^\circ}{\sin 60^\circ}=1.1, \sqrt{2}=1.4$ )



## 物理参考答案及评分标准

2021.10

一、单项选择题：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，只有一项是符合题目要求的。

1. B 【解析】 $1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$ , B 正确。
2. A 【解析】 $t_1$  时刻, 甲、乙两车速度相同, A 正确;  $t_1$  时刻, 甲车加速度大于乙车加速度, B 错误;  $0 \sim t_1$  时间内, 甲车平均速度小于乙车平均速度, C 错误;  $0 \sim t_1$  时间内, 甲车路程小于乙车路程, D 错误。
3. C 【解析】运动员上升过程中只受重力, 处于失重状态, A 错误; 运动员从离开跳板到水的最深处, 动能减少, 合力做负功, B 错误; 运动员在空中未接触水面前, 相同的时间内合力冲量相同, 动量变化相同, C 正确; 运动员在空中未接触水面前, 相同的时间位移不同, 合力做功不同, 动能变化不相同, D 错误。
4. B 【解析】已知两点间距  $l_{AC} > l_{AB}$ , 绳与墙壁夹角  $\alpha$  变小, 由  $T = \frac{mg}{\cos \alpha}$ ,  $F_N = mg \tan \alpha$ , 可知网兜对 A 点的拉力变小, A 错误, B 正确; 足球对墙壁的压力变小, C、D 错误。
5. A 【解析】若仅增加下落高度  $h$ , 小球通过光电门时速度变大, 小球通过光电门时间变小, A 正确, B 错误; 若仅更换半径更小的小球, 小球通过光电门时间变小, C、D 错误。
6. D 【解析】小球做匀变速直线运动, 由  $x = \frac{1}{2} at^2$ , 可得  $\frac{x}{t} = \frac{1}{2} at$ , 所以  $\frac{x}{t} \propto t$ , D 正确。
7. A 【解析】为使篮球进筐, 应减小撞击速度, 篮球从抛出到撞击篮板, 逆过程为平抛运动, 篮球仍水平垂直撞击篮板上 a 点, 由  $h = \frac{1}{2} gt^2$ , 高度不变, 时间不变,  $v_y = gt$ , 竖直分速度不变, 水平分速度减小, 则抛出速度减小; 由  $x = v_x t$ , 水平位移减小, A 正确。

二、多项选择题：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，有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

8. BC 【解析】整体与钢索间摩擦生热, 机械能不守恒, A 错误; 由能量守恒可知, 整体损失的机械能与系统摩擦产生的热量相等, B 正确; 由动能定理可知, 整体增加的动能与整体所受合外力做的功相等, C 正确; 整体增加的动能等于整体减少的重力势能与系统产生的内能之差, D 错误。
9. BC 【解析】由  $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ ,  $T = \frac{t}{n}$  可得  $M = \frac{4\pi^2 r^3 n^2}{Gt^2}$ , B 正确;  $G \frac{Mm}{R^2} = mg$ , 地球半径未知, 地球表面重力加速度不可求, A 错误; 设组合体所在轨道的重力加速度为  $g'$ , 由  $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2 r}{T^2} = mg'$ , 可得  $\frac{4\pi^2 r n^2}{t^2} = g'$ , C 正确; 地球半径未知, 地球的密度不可求, D 错误。
10. BD 【解析】物品加速时受滑动摩擦力作用, 匀速时不受摩擦力, A 错误; 物品所受摩擦力与运动方向相同, B 正确; 传送带的位移大小  $x_1 = vt$ , 物品从加速到共速位移大小  $x_2 = \frac{v}{2} t$ , 物品与传送带间产生热量  $Q = f \Delta x = f(x_1 - x_2) = \frac{1}{2} mv^2$ , 与动摩擦因数无关, C 错误; 物品与传送带间动摩擦因数越大, 滑动摩擦力  $f$  越大, 相对位移  $\Delta x$  越小, D 正确。

三、非选择题：共 51 分，第 11~14 题为必考题，考生都必须作答。第 15~16 题为选考题，考生根据要求作答。

(一)必考题：共 42 分。

11. (6 分)(1)水平 (3 分) (2)  $\frac{ON-OM}{OP}$  (2 分) 1(1 分)

12. (10 分)(1)  $\frac{(x_1+x_2)f}{2}$  (2 分)  $\frac{(x_3+x_4)f}{2}$  (2 分)  $\frac{v_f^2-v_0^2}{2x}$  (2 分)

(2)  $m(g-a)$  (2 分)  $\frac{m}{M}(1-\frac{a}{g})-\frac{a}{g}$  (2 分)

13. (11 分)解：(1)小球恰好通过最高点，则在最高点时

有  $mg = m\frac{v^2}{R}$  (2 分)

由能量守恒， $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 - 2mgR$  (2 分)

联立解得  $v = \sqrt{gR} = \sqrt{5} \text{ m/s}$  (1 分)  $R = 0.5 \text{ m}$  (1 分)

(2)小球不能做完整的圆周运动且细绳一直处于绷直状态，小球不能超过圆心等

高点，由能量守恒， $\frac{1}{2}mv_0'^2 \leq mgR$  (2 分)

小球在最低点， $F_T - mg = m\frac{v_0'^2}{R}$  (2 分)

解得  $F_T \leq 3mg = 6 \text{ N}$

小球所受的最大拉力为 6 N (1 分)

14. (15 分)解：(1)物块 C 的加速度，由  $\mu mg = ma_1$  (1 分)

解得  $a_1 = 1 \text{ m/s}^2$  (1 分)

A、B 整体加速运动，由  $\mu mg = (m+M)a_2$  (1 分)

解得  $a_2 = \frac{1}{3} \text{ m/s}^2$  (1 分)

经过时间  $t = 0.6 \text{ s}$ ，C 与 B 相碰，由  $v_1 t - \frac{1}{2} a_1 t^2 - \frac{1}{2} a_2 t^2 = l$  (1 分)

解得  $t = 0.96 \text{ m}$  (1 分)

(2)相碰前瞬间，物块 C 的速度大小  $v = v_1 t = 1.4 \text{ m/s}$  (1 分)

A、B 的速度大小  $v_2 = a_2 t = 0.2 \text{ m/s}$  (1 分)

C、B 碰撞动量守恒，由  $mv_1 + mv_2 = 2mv_3$  (1 分)

解得  $v_3 = 0.8 \text{ m/s}$

弹性势能最大时，三者共速，由动量守恒，由  $mv_3 = (2m+M)v_4$  (1 分)

解得  $v_4 = 0.5 \text{ m/s}$

由能量守恒  $\frac{1}{2} \times 2mv_3^2 + \frac{1}{2} Mv_4^2 = \frac{1}{2} (2m+M)v_4^2 + E_p$  (1 分)

解得  $E_p = 0.18 \text{ J}$  (1 分)

(3)改变动摩擦因数，若物块 BC 恰好不从 A 上掉下时，滑到最左端共速

由动量守恒  $mv_3 = (2m+M)v_5$  (1 分)

弹簧伸长 0.96 m，弹性势能  $E_p = 0.18 \text{ J}$

由能量守恒  $\frac{1}{2} \times 2mv^2 + \frac{1}{2}Mv^2 = \frac{1}{2}(2m+M)v^2 + E_p + 2\mu' mgl$  (1分)

解得  $\mu' = 0$ , 所以物块 BC 一定不会从 A 板掉下。(1分)

(其他方法正确可参照给分。)

(二)选考题:共 12 分,请考生从 2 道题中任选一题作答。如果多做,则按所做的第一题计分。

15.【选修 3-3】(12 分)

(1)(4 分)先变大后变小(2分) 变小(2分)

(2)(8 分)解:①气球内的气体温度升高时,压强并没有变化,气体等压变化,即  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$  (2分)

其中,  $V_1$  和  $V_2$  对应的都是质量为  $m'$  的气体,则有  $\frac{\rho_1 V_1}{T_1} = \frac{\rho_2 V_2}{T_2}$  (1分)

即  $\rho_1 T_1 = \rho_2 T_2$ , 球内气体密度  $\rho$  与温度  $T$  成反比(1分)

②气球悬浮时,浮力等于气球和内部气体的总重力

即  $\rho_0 g V = mg + \rho g V$  (2分)

结合  $\rho_1 T_1 = \rho_2 T_2$

解得  $T_2 = \frac{\rho_1 V_1 T_1}{\rho_2 V_2} = \frac{m}{\rho_2 V_2} T_1$  (2分)

16.【选修 3-1】(12 分)

(1)(4 分)负(2分) 正(2分)

(2)(8 分)解:由折射定律,得

$$n = \frac{\sin i}{\sin r} \quad (1 \text{分})$$

解得  $r = 30^\circ$  (1分)

折射光线恰好在 B 点发生全反射,  $\angle ABO$  为临界角

$$\sin \angle ABO = \frac{1}{n} \quad (1 \text{分})$$

解得  $\angle ABO = 45^\circ$  (1分)

可知  $\angle AOB = 75^\circ$

$$\text{由正弦定理,得 } \frac{R}{\sin 60^\circ} = \frac{L_{AB}}{\sin 75^\circ} \quad (1 \text{分})$$

解得  $L_{AB} = 1.1R = 0.33 \text{ m}$

该光在玻璃柱中的传播时间

$$t = \frac{2L_{AB}}{v} \quad (1 \text{分})$$

$$v = \frac{c}{n} \quad (1 \text{分})$$

联立解得  $t = 3.1 \times 10^{-8} \text{ s}$  (1分)