



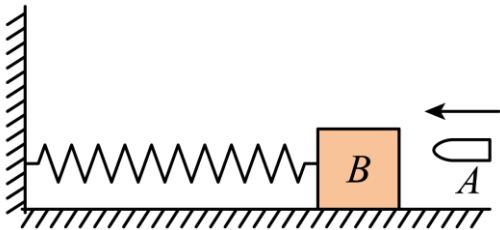
2023 北京一七一中高一 6 月月考

物 理

考试时间：90 分钟 满分：100 分

一、单选题（每题 3 分，共 45 分）

1. 如图所示，木块 B 与水平的轻弹簧相连放在光滑水平台面上，子弹 A 沿水平方向射入木块后留在木块内，入射时间极短，则下列说法正确的是（ ）



- A. 子弹射入木块的过程中，子弹与木块组成的系统动量守恒
- B. 子弹射入木块的过程中，子弹与木块组成的系统机械能守恒
- C. 木块压缩弹簧的过程中，子弹与木块组成的系统机械能守恒
- D. 弹簧最大的弹性势能大于整个过程中产生的热量

2. 如图所示，运动员进行原地纵跳摸高训练。运动员先下蹲，重心下降，经过充分调整后，由静止发力跳起摸高。忽略空气阻力影响，在蹬地过程中，下列说法正确的是（ ）



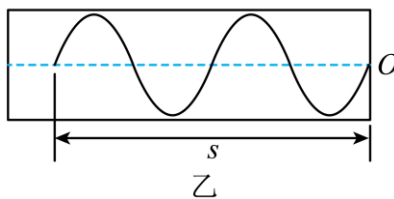
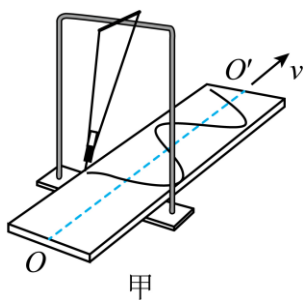
- A. 运动员始终处于超重状态
- B. 运动员机械能守恒
- C. 运动员一直做加速运动
- D. 地面对运动员支持力的冲量大于运动员所受重力的冲量

3. 如图所示，一个轻质弹簧下端挂一小球，小球静止。现将小球向下拉动距离 A 由静止释放并开始计时，小球在竖直方向做简谐运动，周期为 T 。下列说法正确的是（ ）



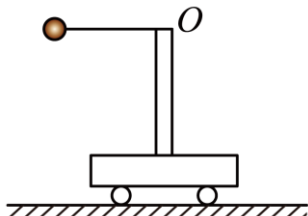
- A. 摩天轮转动过程中，乘客的机械能保持不变
- B. 在最高点，乘客重力大于座椅对他的支持力
- C. 摩天轮转动一周的过程中，乘客重力的冲量为零
- D. 摩天轮转动过程中，乘客重力的瞬时功率保持不变

7. 如图甲所示是用沙摆演示振动图像的实验装置，此装置可视为摆长为 L 的单摆，沙摆的运动可看作简谐运动，实验时在木板上留下图甲所示的结果。若用手拉木板做匀速运动，速度大小是 v ，图乙所示的一段木板的长度是 s ，下列说法正确的是（ ）



- A. 可估算出这次实验所用沙摆对应的摆长
- B. 若增大手拉木板的速度，则沙摆的周期将变大
- C. 若减小沙摆摆动时的最大摆角，则沙摆的周期将变小
- D. 若增大沙摆的摆长，保持拉动木板的速度不变，则仍将得到与图乙完全相同的图样

8. 如图所示，一辆质量为 M 的小车静止在光滑的水平面上，在小车两侧立柱的横梁上固定一条长为 L 不可伸长的水平轻细绳，细绳另一端系有质量为 m 的小球，小球由静止释放，此后小车做往复运动，不计一切摩擦和空气阻力，重力加速度为 g 。那么，在小车往复运动的过程中（ ）



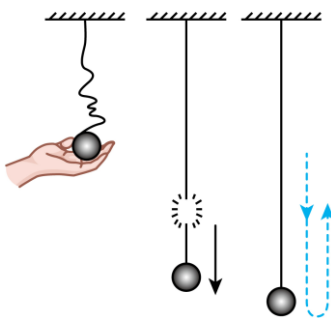
- A. 在任意时刻，小球和小车的动量一定大小相等、方向相反
- B. 小球第一次在 O 点右侧能到达的最高点，可能比初始释放点低，原因是 M 、 m 的大小关系未知，可能出现到右侧最高点时小球的速度为零而小车的速度不为零



C. 小车运动的动能最大时，小球的重力势能最小

D. 小车往复运动的振幅恒为 $\frac{2mL}{M+m}$

9. 如图所示，用细线悬挂一个重物，把重物拿到一定高度，释放后重物下落把细线拉断。如果在此细线上端拴一段橡皮筋，使橡皮筋与细线的总长度与原来细线相等，再从相同高度释放该重物，细线不再被拉断。可认为细绳不可伸长。以下判断正确的是（ ）



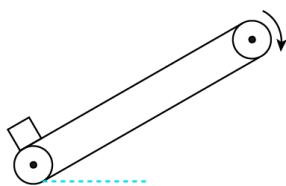
- A. 重物下落把细线拉断的原因是重力大于拉力
- B. 加橡皮筋后重物下落到最低点时动能最大
- C. 加橡皮筋后重物的最大动量变化率较小
- D. 加橡皮筋后重物下落到最低点时是失重状态

10. 男女双人滑冰是颇具艺术性的冰上运动项目。在某次比赛的一个小片段中，男女运动员在水平冰面上沿同一直线相向滑行，且动能恰好相等，男运动员的质量为女运动员的 1.44 倍，某时刻两者相遇。为简化问题，在此过程中两运动员均可视为质点，且冰面光滑。则（ ）



- A. 两者相遇后的总动量小于相遇前的总动量
- B. 两者相遇后的总动能一定等于相遇前的总动能
- C. 两者相遇过程中受到的冲量大小一定相等
- D. 女运动员相遇前后的动量大小之比为 14:1

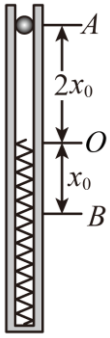
11. 如图所示，传送带以恒定速率 v_0 顺时针运行。一个小物体无初速放在传送带底端，第一阶段物体被加速到与传送带具有相同的速度，第二阶段与传送带相对静止，匀速运动到达传送带顶端。下列说法中正确的是（ ）





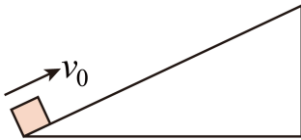
- A. 第一阶段摩擦力对小物体做正功，第二阶段摩擦力对小物体不做功
- B. 第一阶段摩擦力对物体做的功等于第一阶段物体动能的增加
- C. 第一阶段传送带克服摩擦力做功的功率逐渐增大
- D. 第一阶段物体和传送带间的摩擦生热等于第一阶段物体机械能的增加

12. 如图所示，在一直立的光滑管内放置一轻质弹簧，上端 O 点与管口 A 的距离为 $2x_0$ ，一质量为 m 的小球从管口由静止下落，将弹簧压缩至最低点 B ，压缩量为 x_0 ，不计空气阻力，则 ()



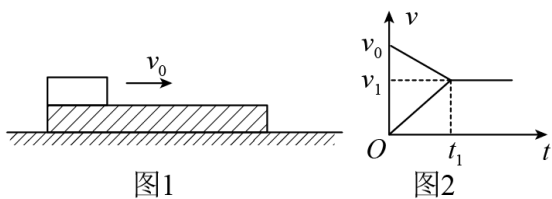
- A. 弹簧的劲度系数等于 $\frac{mg}{x_0}$
- B. 弹簧的最大弹性势能为 $2mgx_0$
- C. 小球从 O 点运动到 B 点，动能逐渐减小
- D. 小球从 A 运动到 B ，重力做功等于克服弹簧弹力所作的功

13. 将质量为 m 的物体从以一初速度冲上斜面，物块在斜面上受恒定阻力，一段时间后物体又返回出发点。在此过程中物体所受空气阻力大小不变，下列说法正确的是 ()



- A. 上升过程的时间大于下落过程的时间
- B. 上升过程中机械能损失小于返回过程中机械能损失
- C. 上升过程的动能减小量大于返回过程的动能增加量
- D. 上升过程的动量变化量小于返回过程的动量变化量

14. 如图 1 所示，一长木板静止于光滑水平桌面上， $t=0$ 时，小物块（可视为质点）以速度 v_0 滑到长木板上， t_1 时刻小物块恰好滑至长木板的最右端。图 2 为物块与木板运动的 $v-t$ 图像，图中 t_1 、 v_0 、 v_1 已知，重力加速度大小为 g 。下列说法正确的是 ()



- A. 木板的长度为 $v_0 t_1$



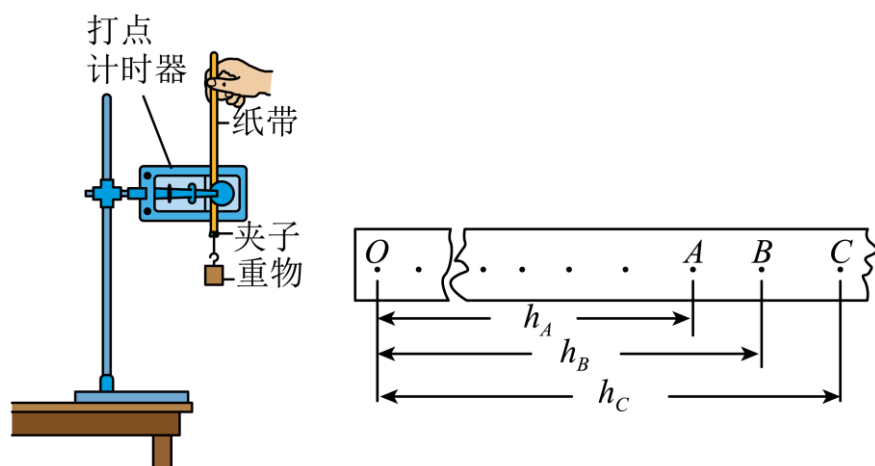
B. 物块与木板的质量之比为 $\frac{v_1}{v_0}$

C. 物块与木板之间的动摩擦因数为 $\frac{v_0 - v_1}{2gt_1}$

D. $0 \sim t_1$ 这段时间内，物块动能的减少量与木板动能的增加量之比为 $\frac{v_0 + v_1}{v_1}$

二、实验题（共 18 分）

15. 用如图所示的实验装置做“验证机械能守恒定律”实验时，将打点计时器固定在铁架台上，使重物带动纸带从静止开始下落：



(1)除了图示的实验器材，下列实验器材中还必须使用的是_____（填字母代号）。

A. 交流电源 B. 秒表 C. 刻度尺 D. 天平（带砝码）

(2)关于本实验，下列说法正确的是_____（填字母代号）。

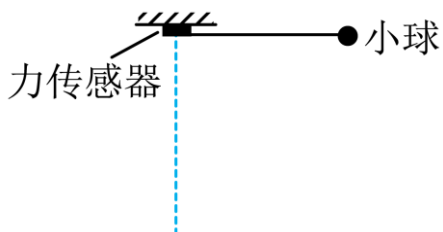
A. 应选择质量大、体积小的重物进行实验

B. 放纸带之前，纸带必须处于竖直状态

C. 先释放纸带，后接通电源

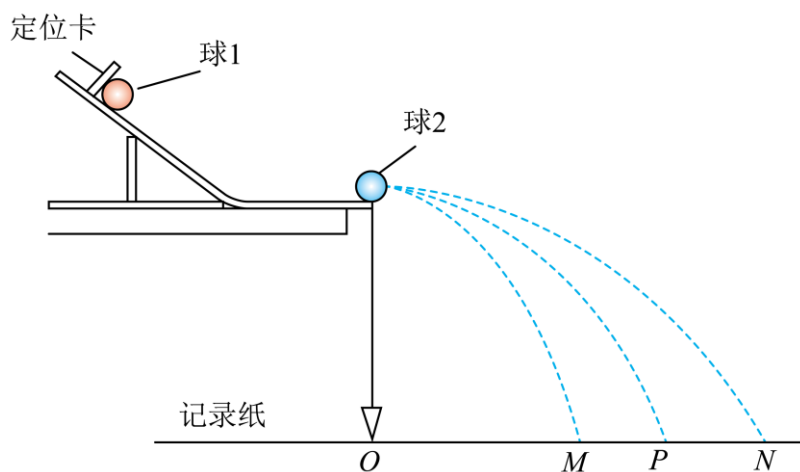
(3)实验中，得到如图所示的一条纸带。在纸带上选取三个连续打出的点 A 、 B 、 C ，测得它们到起始点 O （ O 点与下一点的间距接近 2mm ）的距离分别为 h_A 、 h_B 、 h_C 。已知当地重力加速度为 g ，打点计时器的打点周期为 T 。设重物质量为 m 。从打 O 点到 B 点的过程中，重物的重力势能变化量 $\Delta E_p = \underline{\hspace{2cm}}$ ，动能变化量 $\Delta E_k = \underline{\hspace{2cm}}$ （用已知字母表示）。

(4)某同学用如图所示装置验证机械能守恒定律，将力传感器固定在天花板上，细线一端系着小球，一端连在力传感器上。将小球拉至水平位置从静止释放，到达最低点时力传感器显示的示数为 F_0 。已知小球质量为 m ，当地重力加速度为 g 。在误差允许范围内，当满足关系式_____时，可验证机械能守恒。



16. 一位同学利用如图甲所示的装置进行验证动量守恒定律的实验。他安装好实验装置，斜槽与水平槽之间平滑连接，且槽的末端水平。在水平地面上依次铺上白纸、复写纸，记下铅垂线所指的位置 O 。选择两个半径相同的小球开始实验，主要实验步骤如下：

- 不放球 2，使球 1 从斜槽上某一固定位置由静止开始滚下，落到记录纸上留下落点痕迹。多次重复上述操作。
- 把球 2 放在水平槽末端位置，让球 1 仍从原位置由静止开始滚下，与球 2 碰撞后，两球分别在记录纸上留下各自的落点痕迹。多次重复上述操作。
- 在记录纸上确定 M 、 P 、 N 为三个落点的平均位置，并用刻度尺分别测量 M 、 P 、 N 离 O 定位卡点的距离，即线段 OM 、 OP 、 ON 的长度。



(1) 下列说法正确的是_____。

- 球 1 的质量大于球 2 的质量
- 实验过程中记录纸可以随时移动
- 在同一组实验中，每次球 1 必须从同一位置由静止释放
- 在同一组实验中，球 2 的落点并不重合，说明操作中出现了错误

(2) 实验中需要的测量仪器有_____。

- 天平
- 打点计时器
- 刻度尺
- 秒表

(3) 在某次实验中，两球质量分别为 m_A 、 m_B ，记录的落点平均位置 M 、 N 几乎与 OP 在同一条直线上，在实验误差允许范围内，若近似满足关系_____，则可以认为两球碰撞前后在 OP 方向上动量守恒。

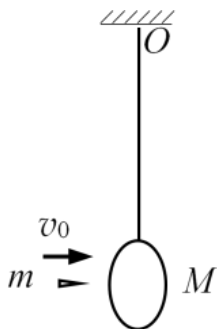
(4) 实验过程中要求槽末端水平，请你分析说明原因_____。

三、解答题（共 40 分）



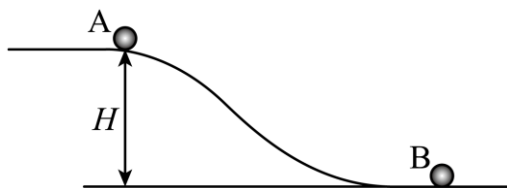
17. 如图所示，质量为 $M=2\text{kg}$ 的沙袋用结实的轻绳悬挂在天花板上的 O 点， O 点到沙袋重心的距离为 $l=1.5\text{m}$ 。质量为 $m=10\text{g}$ 的子弹以 $v_1=400\text{m/s}$ 的水平速度射向沙袋中心，射穿后子弹的速度减小为 $v_2=100\text{m/s}$ 。取 $g=10\text{m/s}^2$ 。求：

- (1) 子弹射穿沙袋后瞬间沙袋的速度 v ；
- (2) 子弹射穿沙袋后瞬间轻绳对沙袋的拉力大小 F ；
- (3) 子弹射穿沙袋后沙袋上摆的最大高度 h 。



18. 质量为 m_1 的 A 球从高度为 H 处由静止开始沿曲面下滑，与静止在水平面上质量为 m_2 的 B 球发生正碰，两球大小相同，碰撞时间极短，碰撞过程中没有动能损失。不计一切摩擦，重力加速度为 g 。

- (1) 根据动能定理和重力做功与重力势能的关系，证明 A 球沿曲面下滑过程机械能守恒；
- (2) 两球发生第一次碰撞后各自的速度大小 v_A 、 v_B ；
- (3) 为了能发生第二次碰撞，两球质量 m_1 、 m_2 间应满足什么条件？



19. 如图 1 所示，把一个质量为 m 、有小孔的小球连接在劲度系数为 k 的轻质弹簧的一端，弹簧的另一端固定，小球套在光滑的杆上，小球和弹簧组成的系统称为弹簧振子。开始时弹簧处于原长，在小球运动过程中弹簧形变始终在弹性限度内，忽略空气阻力的影响。

(1) 把小球拉向右方，然后由静止释放，小球将在平衡位置附近往复运动。若以小球的平衡位置为坐标原点 O ，以水平向右为正方向建立坐标轴 Ox ，用 x 表示小球在平衡位置附近往复运动的位移。

a. 请在图 2 中画出弹簧弹力 F 随 x 变化的示意图；

b. 已知小球经过平衡位置时速度大小为 v ，求小球由静止释放后第一次运动至平衡位置的过程中，弹簧弹力对小球做的功 W 。

(2) 让静止在平衡位置的小球突然获得向左的初速度，开始在平衡位置附近振动。已知振动过程的振幅为 A ，弹簧振子的振动周期 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 。为了求得小球获得的初速度大小 v_1 ，某同学的解法如下：设向左压缩弹簧过程中弹簧的平均作用力大小为 F ，

$$\text{由动能定理可知 } -F \cdot A = 0 - \frac{1}{2}mv_1^2 \quad \text{①}$$



由动量定理可知 $-F \cdot t = 0 - mv_1$ ②

小球由平衡位置向左运动压缩弹簧至最短的过程所用时间 $t = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$ ③

联立①②③式，可得 $v_1 = \frac{2A}{t} = \frac{4A}{\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$

- 请指出这位同学在求解过程中的错误；
- 借助 $F-x$ 图像可以确定弹力做功的规律，在此基础上，请正确求解出小球初速度大小 v_1 ；
- 弹簧振子在运动过程中，求弹簧弹力对小球做正功时，其瞬时功率 P 的最大值。

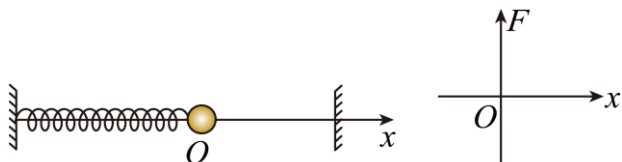


图1

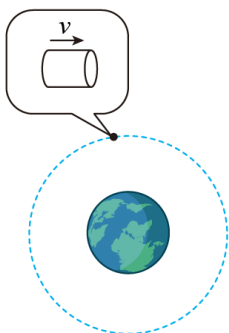
图2

20. 如图所示，横截面积为 A 、质量为 m 的柱状飞行器沿半径为 R 的圆形轨道在高空绕地球做无动力运行。将地球看作质量为 M 的均匀球体。万有引力常量为 G 。

- 求飞行器在轨道半径为 R 的高空绕地球做圆周运动的线速度；
- 在飞行器运行轨道附近范围内有密度为 ρ （恒量）的稀薄空气。稀薄空气可看成是由彼此没有相互作用的均匀小颗粒组成，所有小颗粒原来都静止。假设每个小颗粒与飞行器碰撞后具有与飞行器相同的速度，且碰撞时间很短。频繁碰撞会对飞行器产生持续阻力，飞行器的轨道高度会逐渐降低。观察发现飞行器绕地球运行很多圈之后，其轨道高度下降了 ΔH 。由于 $\Delta H \leq R$ ，可将飞行器绕地球运动的每一圈运动均视为匀速圆周运动。已知当飞行器到地球球心距离为 r 时，飞行器与地球组成的系统具有的引力势能

$E_p = -\frac{GMm}{r}$ 。请根据上述条件推导：

- 飞行器在半径为 R 轨道上运行时，所受空气阻力大小 F 的表达式；
- 飞行器由半径为 R 的轨道下降 ΔH 的过程中，飞行器绕地球运动圈数 n 的表达式。





参考答案

一、单选题（每题3分，共45分）

1. 【答案】A

【详解】A. 子弹射入木块的过程中，子弹与木块组成的系统所受的合外力等于零，系统动量守恒，故A正确；

B. 子弹射入木块的过程中要克服阻力做功，产生内能，子弹与木块组成的系统机械能不守恒，故B错误；

C. 木块压缩弹簧的过程中，弹簧的弹力做功，子弹、木块组成的系统机械能不守恒，故C错误；

D. 弹簧的最大弹性势能等于子弹射入木块后子弹和木块的动能，不一定大于整个过程中产生的热量，故D错误。

故选A。

2. 【答案】D

【详解】AC. 运动员从用力蹬地到刚离开地面的起跳过程，先向上加速，当地面支持力等于重力时速度最大，之后脚与地面作用力逐渐减小，运动员开始减速，当脚与地面作用力为零时，离开地面。故运动员先超重后失重，AC错误；

B. 蹬地起跳过程中运动员消耗体内化学能转化为机械能，机械能不守恒，B错误；

D. 对运动员从用力蹬地到刚离开地面的起跳过程应用动量定理

$$I_{\text{支}} + I_{\text{G}} = mv$$

故地面对运动员支持力的冲量大于运动员所受重力的冲量，D正确。

故选D。

3. 【答案】B

【详解】A. 该弹簧振子的振幅为A，故A错误；

B. $0 - \frac{T}{8}$ 内小球的平均速度小于 $\frac{T}{8} - \frac{T}{4}$ 的平均速度，故在 $0 - \frac{T}{8}$ 内小球向上运动的距离小于 $\frac{A}{2}$ ，故B正确；

确；

C. $\frac{T}{4}$ 时刻，小球位于平衡位置，速度最大，加速度为零，故C错误；

D. 弹簧振子的周期与振幅无关，所以如果A少量增大，周期T不变，故D错误。

故选B。

4. 【答案】B

【分析】

【详解】当汽车匀速行驶时，有

$$F_f = F = \frac{P}{v}$$

根据



$$P = F \cdot \frac{v}{3}$$

得

$$F' = \frac{3P}{v}$$

由牛顿第二定律得

$$a = \frac{F' - F_f}{m} = \frac{\frac{3P}{v} - \frac{P}{v}}{m} = \frac{2P}{mv}$$

故选项 B 正确，A、C、D 错误。

故选 B

5. 【答案】D

【详解】A. $y_1 = y_2$ ，重力做功相等，故重力势能变化量相等，故 A 错误；

B. $y_1 = y_2$ ，重力做功相等，由动能定理可知动能变化量相等，故 B 错误；

C. AC 过程机械能守恒，所以

$$\Delta E_1 = \Delta E_2 = 0$$

故 C 错误；

D. AB 过程竖直方向的平均速度大于 BC 过程竖直方向的平均速度，所以 AB 过程所用时间长，由动量定理 $mgt = \Delta p$ 可知

$$\Delta p_1 > \Delta p_2$$

故 D 正确。

故选 D。

6. 【答案】B

【详解】A. 摩天轮运动过程中做匀速圆周运动，乘客的速度大小不变，则动能不变，但高度变化，所以机械能在变化，选项 A 错误；

B. 圆周运动过程中，在最高点由重力和支持力的合力提供向心力，即

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

所以重力大于支持力，选项 B 正确；

C. 转动一周，重力的冲量为

$$I = mgt$$

不为零，C 错误；

D. 运动过程中，乘客的重力大小不变，速度大小不变，但是速度方向时刻在变化，根据

$$P = mgv \cos \theta$$

可知重力的瞬时功率在变化，选项 D 错误。



故选 B。

7. 【答案】 A

【详解】 A. 据题意，当沙摆运动过程中通过木板测量的量可以求出沙摆的摆动周期为

$$T = \frac{s}{2v}$$

然后可以由

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

求出沙摆的摆长为

$$L = \frac{gs^2}{16v^2\pi^2}$$

故 A 正确；

B. 沙摆周期由其摆长决定，与手拉木板的速度无关，选项 B 错误；

C. 若减小沙摆摆动时的最大摆角，振幅减小，根据单摆的周期公式可知沙摆的周期与振幅无关，所以减小沙摆摆动时的最大摆角，沙摆的周期不变，故 C 错误；

D. 若增大沙摆的摆长，其周期增大，保持拉动木板的速度不变，相同的木板记录的全振动的个数将减少，图样不同，故 D 错误。

故选 A。

8. 【答案】 C

【详解】 A. 小球与小车组成的系统，水平方向不受外力，则可知该系统水平方向动量守恒，因此小球和小车在水平方向任意时刻的动量一定大小相等、方向相反，故 A 错误；

B. 小球和小车开始时刻的速度均为零，且系统水平方向动量守恒，因此当小球到右侧最高点时，小球和小车的速度一定都为零，同时该系统机械能守恒，可知小球第一次在 O 点右侧能到达的最高点，与初始释放点等高，故 B 错误；

C. 小球在最低点时，小球的重力势能最小，此时绳子对小车的拉力在水平方向的分力恰好为零，此时小车的速度达到最大值，动能最大，故 C 正确；

D. 根据水平方向动量守恒，结合人船模型分析可得

$$m \frac{x_{\text{球}}}{t} = M \frac{x_{\text{车}}}{t}$$

$$x_{\text{球}} + x_{\text{车}} = 2L$$

解得小车向左运动的最大位移为

$$x_{\text{车}} = \frac{2mL}{M+m}$$

而根据分析可知，平衡位置在小球下落至最低点时所在位置，即小车速度最大位置处，因此可得下车做往复运动的振幅应为



$$A = \frac{mL}{M+m}$$

故 D 错误。

故选 C。

9. 【答案】C

【详解】A. 重物下落把细线拉断的原因是重物对绳的拉力大于细绳可承受的最大拉力，故 A 错误；

B. 加橡皮筋后重物下落到最低点时，速度为零，动能最小，故 B 错误；

C. 由动量定理

$$Ft = \Delta P$$

可得

$$F = \frac{\Delta P}{t}$$

动量改变量相同，冲量相同，橡皮筋经历的时间长，动量变化率小，所受合外力小，故 C 正确；

D. 加橡皮筋后重物下落到最低点时，有向上的加速度，处于超重状态，故 D 错误。

故选 C。

10. 【答案】C

【详解】A. 由题意可知，可将两运动员的运动看做完全非弹性碰撞，即碰后速度相等，在碰撞过程中，满足动量守恒定律，即两者相遇后的总动量等于相遇前的总动量，所以 A 错误；

B. 等效为碰撞后，可认为碰撞过程中要损失机械能，所以两者相遇后的总动能小于相遇前的总动能，所以 B 错误；

C. 两者相遇相互作用，相互作用力大小相等方向相反，作用时间也相同，所以两者相遇过程中受到的冲量大小一定相等，所以 C 正确；

D. 由题可知，碰撞前

$$E_{k1} = E_{k2}$$

$$m_1 = 1.44m_2 = 1.44m$$

可得，相遇前两者的速度关系为

$$v_2 = 1.2v_1 = 1.2v$$

由动量守恒可得

$$m_1v_1 - m_2v_2 = (m_1 + m_2)v_{共}$$

$$v_{共} = \frac{6}{61}v$$

则女运动员相遇前后的动量大小之比为

$$\frac{m_2v_2}{m_2v_{共}} = \frac{12.2}{1}$$

所以 D 错误。



故选 C。

11. 【答案】D

【详解】A. 第一阶段物体受到沿斜面向上的滑动摩擦力，则滑动摩擦力对小物体做正功，第二阶段物体受向上的静摩擦力，则静摩擦力对小物体也做正功，选项 A 错误；

B. 第一阶段摩擦力对物体做的功等于第一阶段物体动能的增加与重力势能的增加量之和，选项 B 错误；

C. 根据

$$P=fv$$

可知，第一阶段传送带克服摩擦力做功的功率不变，选项 C 错误；

D. 第一阶段物体的位移

$$x = \frac{v}{2}t$$

传送带的位移

$$x' = vt$$

摩擦生热

$$Q = f\Delta x = f(vt - \frac{1}{2}vt) = \frac{1}{2}fvt$$

物体机械能增量等于摩擦力做的正功，即

$$\Delta E = fx = \frac{1}{2}fvt$$

即第一阶段物体和传送带间的摩擦生热等于第一阶段物体机械能的增加，选项 D 正确。

故选 D。

12. 【答案】D

【详解】A. 由于平衡位置在 OB 之间，不是 B 点，在 B 点

$$kx_0 > mg$$

解得

$$k > \frac{mg}{x_0}$$

A 错误；

B. 根据机械能守恒定律，重力势能的减少应等于弹簧弹性势能的增加，重力势能减少 $3mgx_0$ ，所以弹性势能最大为 $3mgx_0$ ，B 错误；

C. 小球从 O 点运动到 B 点，弹簧弹力逐渐变大，当弹力等于重力时动能最大，随后弹力大于重力，动能变小，所以动能先增大后减小，到达 B 点时速度为零，C 错误；

D. 小球从 A 运动到 B ，根据动能定理可知，重力做功等于克服弹簧弹力所作的功，D 正确。

故选 D。

13. 【答案】C



【详解】A. 设物体在斜面上滑动时所受阻力的大小为 f ，上升过程的加速度大小为 a_1 ，由牛顿第二定律得

$$mg + f = ma_1$$

解得

$$a_1 = g + \frac{f}{m}$$

设下降过程的加速度大小为 a_2 ，由牛顿第二定律得

$$mg - f = ma_2$$

解得

$$a_2 = g - \frac{f}{m}$$

所以上升过程的加速度大小大于下降过程的加速度大小，由于上升和下降的位移相等，由运动学公式

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

可知，上升过程的时间小于下落过程的时间，故 A 错误；

B. 由于阻力大小不变，上升和返回过程的位移相等，所以上升过程和返回过程阻力做的功相等，则上升过程中机械能的损失等于返回过程中机械能的损失，故 B 错误；

C. 设物体从斜面底端冲上斜面时的速度为 v_0 ，物体滑回到底端时的速度为 v ，由运动学公式得

$$v_0^2 = 2a_1x$$

$$v^2 = 2a_2x$$

又因为

$$a_1 > a_2$$

所以

$$v_0 > v$$

上升过程的动能减小量为

$$\Delta E_{k1} = \frac{1}{2}mv_0^2$$

返回过程的动能增加量为

$$\Delta E_{k2} = \frac{1}{2}mv^2$$

所以上升过程的动能减小量大于返回过程的动能增加量，故 C 正确；

D. 上升过程动量的变化量大小为

$$\Delta p_1 = mv_0$$

返回过程的动量变化量大小为

$$\Delta p_2 = mv$$

所以上升过程的动量变化量大于返回过程的动量变化量，故 D 错误。



故选 C。

14. 【答案】D

【详解】A. t_1 时刻小物块恰好滑至长木板的最右端，所以相对位移就是板长，根据图 2 可知相对位移为

$$L = \Delta x = \frac{v_0 t_1}{2}$$

故 A 错误；

B. 相对运动过程中，设相互间的摩擦力大小为 f ，物块的加速度大小

$$a = \frac{f}{m} = \frac{v_0 - v_1}{t_1}$$

木板加速度大小

$$a' = \frac{f}{M} = \frac{v_1}{t_1}$$

所以物块与木板的质量之比为

$$\frac{m}{M} = \frac{v_1}{v_0 - v_1}$$

故 B 错误；

C. 摩擦力为

$$f = \mu mg$$

所以物块与木板之间的动摩擦因数

$$\mu = \frac{f}{mg} = \frac{a}{g} = \frac{v_0 - v_1}{gt_1}$$

故 C 错误；

D. $0 \sim t_1$ 时间内，木板的动能增加量为

$$\Delta E_{k2} = \frac{1}{2} M v_1^2$$

物块的动能减少量为

$$\Delta E_{k1} = \frac{1}{2} m (v_0^2 - v_1^2)$$

物块动能的减少量与木板动能的增加量之比为

$$\frac{\Delta E_{k1}}{\Delta E_{k2}} = \frac{\frac{1}{2} m (v_0^2 - v_1^2)}{\frac{1}{2} M v_1^2}$$

又

$$\frac{m}{M} = \frac{v_1}{v_0 - v_1}$$



联立得

$$\frac{\Delta E_{k1}}{\Delta E_{k2}} = \frac{v_0 + v_1}{v_1}$$

故 D 正确。

故选 D。

二、实验题（共 18 分）

15. 【答案】 ①. AC ②. AB ③. $-mgh_B$ ④. $\frac{1}{2}m\left(\frac{h_C - h_A}{2T}\right)^2$ ⑤. $F_0 = 3mg$

【详解】(1)[1]A. 打点计时器需要接交流电源，A 正确；

B. 打点计时器本身就是计时工具，不需要秒表，B 错误；

C. 需要用刻度尺测量纸带上打点之间的距离，C 正确；

D. 重物下落过程中，若满足机械能守恒定律，则

$$mg \cdot \Delta h = \frac{1}{2}m \cdot \Delta v^2$$

等式两边将重物质量 m 约去，不需要天平测量重物质量，D 错误。

故选 AC。

(2)[2]A. 应选择质量大、体积小的重物进行实验，可以减小阻力带来的误差，A 正确；

B. 释放纸带之前，纸带必须处于竖直状态，使重物竖直下落，减小纸带与打点计时器之间的摩擦，B 正确；

C. 为了有效利用纸带，应先接通电源，后释放纸带，C 错误。

故选 AB。

(3)[3]重力做正功，重力势能减小所以从 O 到 B ，重力势能的变化量为

$$\Delta E_p = -mgh_B$$

[4]在 B 点，根据匀变速直线运动的规律可知

$$v_B = \frac{h_C - h_A}{2T}$$

则动能变化量为

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{h_C - h_A}{2T}\right)^2$$

(4)[5]若小球运动过程中机械能守恒，则满足

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

小球运动到最低点

$$F_0 - mg = m\frac{v^2}{L}$$



解得

$$F_0 = mg + m \frac{v^2}{L} = 3mg$$

即需要验证的表达式为

$$F_0 = 3mg$$

16. 【答案】 ①. AC##CA ②. AC##CA ③. $m_A \cdot OP = m_A \cdot OM + m_B \cdot ON$ ④. 小球离开槽末端后做平抛运动，在空中的飞行时间相等，可以用水平位移替代小球在碰撞前后的速度

【详解】(1) [1]A. 在实验中，需要球 1 的质量大于球 2 的质量，这样球 1 与球 2 相碰后球 1 才不会反弹而直接向右运动，故 A 正确；

B. 实验过程中记录纸不可以随时移动，复写纸可以移动，故 B 错误；

C. 在同一组实验中，每次球 1 必须从同一位置由静止释放，这样才能保证每次球 1 滑到底端时的速度相等，故 C 正确；

D. 在同一组实验中，球 2 的落点并不重合，这是操作中出现的误差，而不是错误，故 D 错误。

故选 AC；

(2) [2]由于本实验需要验证的实验原理表达式为

$$m_A \cdot OP = m_A \cdot OM + m_B \cdot ON$$

所以，需要利用天平来测量小球的质量，需要利用刻度尺来测量小球发生碰撞后做平抛运动的水平位移，不需要打点计时器及秒表。

故选 AC。

(3) [3]动量守恒定律是指碰前的动量等于碰后的动量，而小球平抛时的初速度应该等于水平位移除下落的时间，由于下落的高度它们都是相等的，故时间相等，设时间为 t ，则碰前动量

$$m_A v_1 = m_A \times \frac{OP}{t}$$

碰后动量

$$m_A v'_A + m_B v_B = m_A \times \frac{OM}{t} + m_B \times \frac{OM}{t}$$

即满足等式

$$m_A \cdot OP = m_A \cdot OM + m_B \cdot ON$$

即可验证动量守恒。

(4) [4]实验过程中要求槽末端水平，原因是小球离开槽末端后做平抛运动，在空中的飞行时间相等，可以用水平位移替代小球在碰撞前后的速度。

三、解答题（共 40 分）

17. 【答案】(1) 1.5m/s；(2) 23N；(3) 0.1125m

【详解】(1) 子弹射穿沙袋过程系统动量守恒

$$mv_1 = mv_2 + Mv$$



得

$$v=1.5\text{m/s}$$

(2) 对沙袋用牛顿第二定律

$$F - Mg = \frac{Mv^2}{l}$$

得

$$F=23\text{N}$$

(3) 沙袋上摆过程机械能守恒

$$Mgh = \frac{1}{2}Mv^2$$

得

$$h=0.1125\text{m}$$

18. 【答案】(1) 见解析; (2) $v_A = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \sqrt{2gH}$; $v_B = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \sqrt{2gH}$; (3) $m_2 > 3m_1$

【详解】(1) A球沿曲面下滑过程只有重力做功, 根据动能定理

$$W_G = E_{k2} - E_{k1}$$

根据重力与重力势能关系

$$W_G = E_{p1} - E_{p2}$$

由以上两式得

$$E_{k2} - E_{k1} = E_{p1} - E_{p2}$$

即

$$E_{k2} + E_{p2} = E_{k1} + E_{p1}$$

(2) A下滑过程机械能守恒

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

得

$$v = \sqrt{2gH}$$

A、B碰撞过程系统动量守恒, 机械能守恒

$$m_1v = m_1v_A + m_2v_B$$

$$\frac{1}{2}m_1v^2 = \frac{1}{2}m_1v_A^2 + \frac{1}{2}m_2v_B^2$$

得

$$v_A = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \sqrt{2gH}$$

$$v_B = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \sqrt{2gH}$$

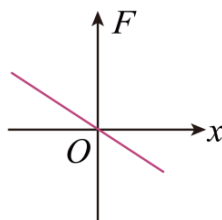


(3) 为了能发生第二次碰撞，第一次碰后 A 应反向，且 A 的速度大于 B 的速度，因此应有

$$m_2 - m_1 > 2m_1$$

得

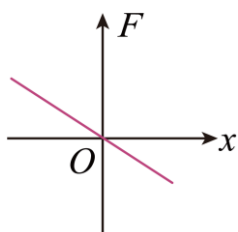
$$m_2 > 3m_1$$

19. 【答案】(1) a. ; b. $\frac{1}{2}mv^2$; (2) a. 见解析; b. $A\sqrt{\frac{k}{m}}$; c. $\frac{1}{2}kA^2\sqrt{\frac{k}{m}}$

【详解】(1) a. 由弹力 F 与 x 关系式

$$F = -kx$$

可知 F 随 x 变化的示意图如下图所示



b. 小球由静止释放后第一次运动到平衡位置的过程中，由动能定理得

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

(2) a. 在用动能定理和动量定理列式过程中，两次平均力的物理意义不同，①式动能定理中的平均力 F 是合力对位移的平均值，②式是动量定理中的平均力 F 是合力对时间的平均值，两个式子中的力是不相同的，所以求解是错误的

b. 由 F 随 x 图像可知，小球向左压缩弹簧的过程中，克服弹力做的功为

$$W_{\text{弹}} = \frac{1}{2}kA^2$$

由动能定理可知

$$-W_{\text{弹}} = 0 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

解得

$$v_1 = A\sqrt{\frac{k}{m}}$$

c. 弹簧振子在运动过程中，当振动位移为 x 时的速度大小为 v_x ，根据机械能守恒

$$\frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv_x^2$$

解得



$$v_x = \sqrt{\frac{k}{m}(A^2 - x^2)}$$

当振动的位移为 x 时，弹簧对小球做功的瞬时功率为

$$P = kxv_x$$

整理可得

$$P = k\sqrt{\frac{k}{m}}\sqrt{x^2(A^2 - x^2)}$$

分析可知，当 $x^2 = A^2 - x^2$ 时，功率最大，此时有

$$x = \frac{\sqrt{2}}{2}A$$

$$P_m = \frac{1}{2}kA^2\sqrt{\frac{k}{m}}$$

20. 【答案】(1) $\sqrt{\frac{GM}{R}}$; (2) $F = \frac{\rho AGM}{R}$, $n = \frac{m\Delta H}{4\pi\rho A(R - \Delta H)R}$

【详解】(1) 根据题意，由万有引力充当向心力有

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

解得

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

(2) ①设该飞行器在轨运行极短的时间 Δt ，在运动方向上与之发生作用的稀薄大气的质量为 Δm ，则有

$$\Delta m = \rho Av\Delta t$$

以这部分稀薄空气颗粒为研究对象，与飞行器碰撞后都获得了速度 v ，设飞行器给这部分稀薄空气颗粒的平均作用力大小为 F ，取卫星运动的方向为正方向，对这部分稀薄大气颗粒，根据动量定理有

$$F\Delta t = \Delta mv$$

解得

$$F = \frac{\rho AGM}{R}$$

②设飞行器在半径为 R 的轨道上运行时的动能为 E_{k1} 、势能为 E_{p1} 、机械能为 E_1 。则有

$$E_{k1} = \frac{1}{2}mv^2, \quad E_{p1} = -\frac{GMm}{R}$$

解得

$$E_1 = -\frac{GMm}{2R}$$

飞行器高度下降 ΔH ，其运行的轨道半径变为 $(R - \Delta H)$ ，设在该该轨道上飞行器的机械能为 E_2 ，同理可



知其机械能为

$$E_2 = -\frac{GMm}{2(R-\Delta H)}$$

可知在该过程中飞行器机械能的改变量为

$$\Delta E = \frac{GMm}{2R} - \frac{GMm}{2(R-\Delta H)}$$

飞行器机械能减小是因为克服大气阻力做了功，设卫星在沿轨道半径为 R 的轨道上运行一周的过程中，稀薄空气颗粒作用于飞行器上的阻力所做的功为 W_0 ，利用累计法可知

$$W_0 = -F \cdot 2\pi R = -2\pi\rho A G M$$

上式表明，卫星在绕不同轨道运行一周的过程中，稀薄空气颗粒施加的阻力所做的功为恒量，与轨道半径无关，则有

$$\Delta E = nW_0$$

解得

$$n = \frac{m\Delta H}{4\pi\rho A(R-\Delta H)R}$$