



2023 北京五中高一 5 月月考

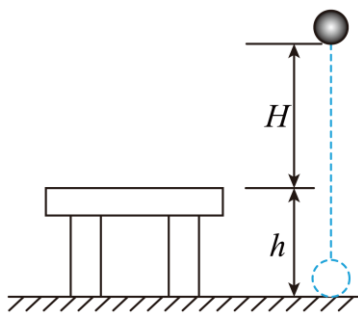
物 理

一、单选题，以下各题只有一个选项是正确的，请把正确答案填写到答题卡相应位置。（本题共 10 小题，每小题 3 分，共 30 分）

1. 下列物体在运动过程中，机械能不守恒的是（ ）

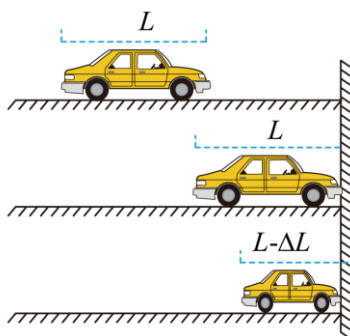
- A. 被起重机拉着向上做匀速运动的货物
- B. 一个做平抛运动的铁球
- C. 沿粗糙的斜面向下做匀速运动的木块
- D. 在空中向上做加速运动的氢气球

2. 质量为 m 的小球，从离桌面 H 高处由静止下落，桌面离地面高度为 h ，如图所示，若以桌面为参考平面，那么小球落到地面时的重力势能及整个下落过程中的重力势能变化分别是（ ）



- A. mgh ，减少了 mgH
- B. mgh ，减少了 $mg(H+h)$
- C. $-mgh$ ，减少了 mgH
- D. $-mgh$ ，减少 $mg(H+h)$

3. 在一个汽车碰撞试验中，一辆原长 L 的车撞击一面混凝土墙面，汽车立即停止没有弹回。碰撞后汽车缩短了 ΔL 。在碰撞过程中，设墙面给汽车的平均作用力为 F 。把汽车看成一个系统，墙对汽车所做的功为（ ）



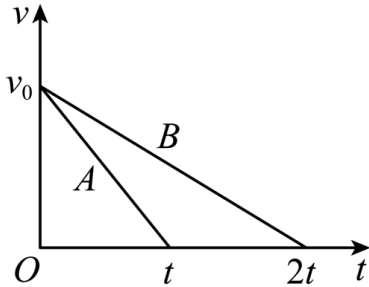
- A. $F\Delta L$
- B. $\frac{1}{2}F\Delta L$
- C. $-F\Delta L$
- D. 0

4. 在奥运比赛项目中，高台跳水是我国运动员的强项。质量为 m 的跳水运动员进入水中后受到水的阻力而做减速运动，设水对他的阻力大小恒为 F ，那么在他减速下降高度为 h 的过程中，下列说法正确的是（ g 为当地的重力加速度）（ ）



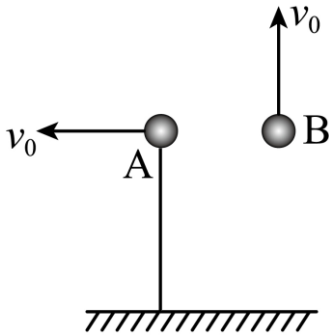
- A. 他的动能减少了 Fh
- B. 他的重力势能增加了 mgh
- C. 他的机械能减少了 $(F - mg)h$
- D. 他的机械能减少了 Fh

5. A 、 B 两物体的质量之比为 $m_A : m_B = 2 : 1$ ，它们以相同的初速度 v_0 在水平面上做匀减速直线运动，直到停止，其速度图象如图所示，那么， A 、 B 两物体所受摩擦阻力之比 $F_A : F_B$ 与 A 、 B 两物体克服摩擦力做的功之比 $W_A : W_B$ 分别为 ()



- A. 2 : 1, 4 : 1
- B. 4 : 1, 2 : 1
- C. 1 : 4, 1 : 2
- D. 1 : 2, 1 : 4

6. 如图所示，两个完全相同的小球 A 、 B ，在同一高度处以相同大小的初速度 v_0 分别水平抛出和竖直向上抛出，下列说法正确的是 ()

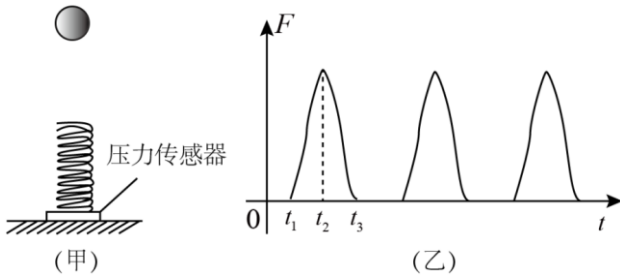


- A. 两小球落地时的速度相同
- B. 两小球落地时，重力的瞬时功率相同
- C. 从开始运动至落地，重力对两小球做功的平均功率相同
- D. 从开始运动至落地，重力对两小球做功相同

7. 质量为 m 的汽车，其发动机额定功率为 P ，当它开上一个倾角为 θ 的斜坡时，受到的阻力为车重力的 k 倍，则车的最大速度为 ()

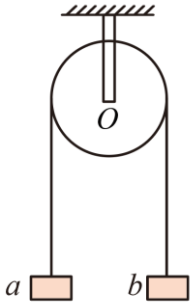
- A. $\frac{P}{mg \sin \theta}$
- B. $\frac{P \cos \theta}{mg(k + \sin \theta)}$
- C. $\frac{P \cos \theta}{mg}$
- D. $\frac{P}{mg(k + \sin \theta)}$

8. 如图 (甲) 所示，质量不计的弹簧竖直固定在水平面上， $t=0$ 时刻，将一金属小球从弹簧正上方某一高度处由静止释放，小球落到弹簧上压缩弹簧到最低点，然后又被弹起离开弹簧，上升到一定高度后再下落，如此反复。通过安装在弹簧下端的压力传感器，测出这一过程弹簧弹力 F 随时间 t 变化的图像如图 (乙) 所示，则



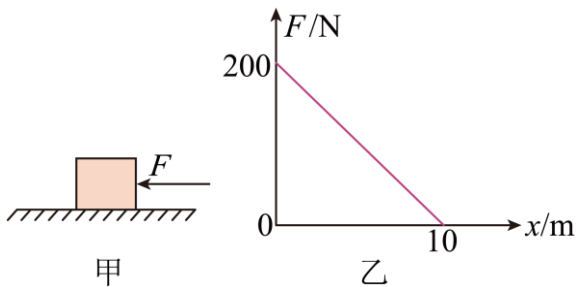
- A. t_1 时刻小球动能最大
- B. t_2 时刻小球动能最大
- C. $t_2 \sim t_3$ 这段时间内，小球的动能先增加后减少
- D. $t_2 \sim t_3$ 这段时间内，小球增加的动能等于弹簧减少的弹性势能

9. 如图所示，质量分别为 m 、 $2m$ 的 a 、 b 两物块用不计质量的细绳相连接，悬挂在定滑轮的两侧，不计滑轮质量和一切摩擦。开始时， a 、 b 两物块距离地面高度相同，用手托住物块 b ，然后将其由静止释放，直至 a 、 b 物块间高度差为 h 。在此过程中，下列说法正确的是（重力加速度为 g ）（ ）



- A. 物块 a 的机械能守恒
- B. 物块 b 的机械能减少了 $\frac{2}{3}mgh$
- C. 物块 b 的重力势能减少量等于它克服细绳拉力所做的功
- D. 物块 a 的重力势能增加量小于其动能增加量

10. 地震引起的海啸会给人们带来巨大的损失。某中学的部分学生组成了一个课题小组，对海啸的威力进行了模拟研究，他们设计了如下的模型：如图甲所示，在水平地面上放置一个质量为 $m = 4\text{kg}$ 的物体，让其在随位移均匀减小的水平推力（模拟海啸）作用下运动，推力 F 随位移 x 变化的图像如图乙所示，已知物体与地面之间的动摩擦因数为 $\mu = 0.5$ ，重力加速度 g 取 10m/s^2 ，忽略空气阻力，则（ ）



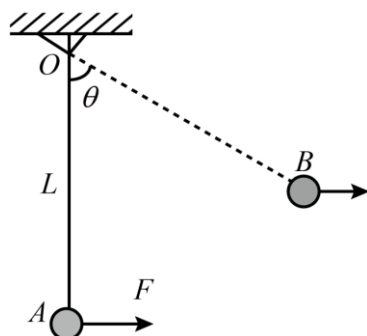
- A. 运动过程中物体的最大加速度为 15m/s^2



- B. 物体在水平地面上运动的最大位移是 50m
- C. 整个过程中摩擦力对物体做功 1kJ
- D. 在距出发点 5.0m 位置时物体的速度达到最大

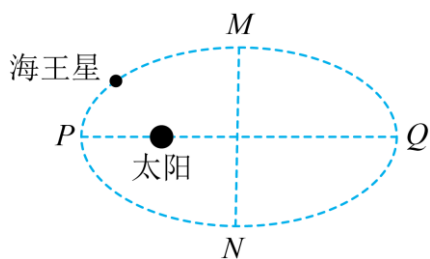
二、多选题，以下各题至少有一个选项是正确的，请把全部正确答案填写到答题卡相应位置
(本题共 4 小题，每小题 3 分，少选得 2 分，共 12 分)

11. 如图所示,质量为 m 的小球(可视为质点)用长为 L 的细线悬挂于 O 点,自由静止在 A 位置.现用水平力 F 缓慢地将小球从 A 拉到 B 位置而静止,细线与竖直方向夹角为 $\theta = 60^\circ$,此时细线的拉力为 T_1 ,然后撤去水平力 F ,小球从 B 返回到 A 点时细线的拉力为 T_2 ,则



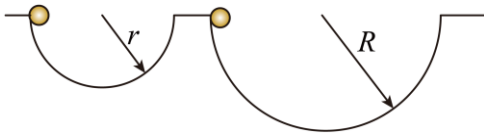
- A. $T_1 = T_2 = 2mg$
- B. 从 A 到 B , 拉力 F 做功为 $\frac{1}{2}mgL$
- C. 从 B 到 A 的过程中, 小球受到的合外力大小不变
- D. 从 B 到 A 的过程中, 小球重力的瞬时功率一直增大

12. 如图所示, 海王星绕太阳沿椭圆轨道运动, P 为近日点, Q 为远日点, M, N 为轨道短轴的两个端点, 运行的周期为 T_0 , 若只考虑海王星和太阳之间的相互作用, 则海王星在从 P 经 M, Q 到 N 的运动过程中 ()



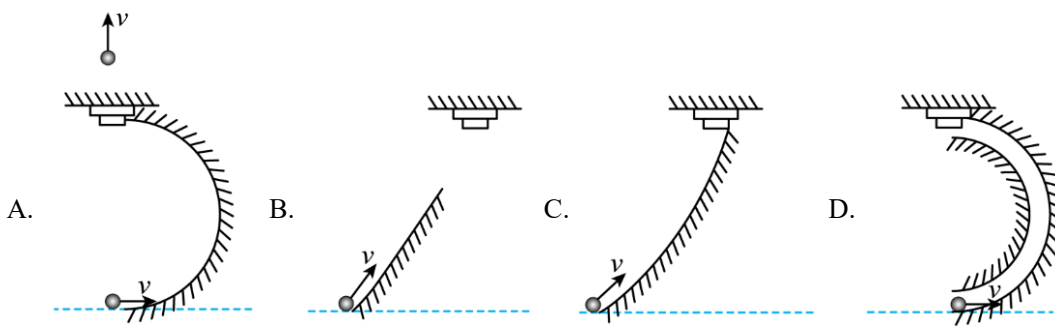
- A. 从 P 到 M 所用的时间等于 $\frac{T_0}{4}$
- B. 从 Q 到 N 阶段, 机械能逐渐变大
- C. 从 P 到 Q 阶段, 速率逐渐变小
- D. 从 M 到 N 阶段, 万有引力对它先做负功后做正功

13. 半径为 r 和 R ($r < R$) 的光滑半圆形槽, 其圆心均在同一水平面上, 如图所示, 质量相等的两物体分别自半圆形槽左边缘的最高点无初速地释放, 在下滑过程中两物体 ()



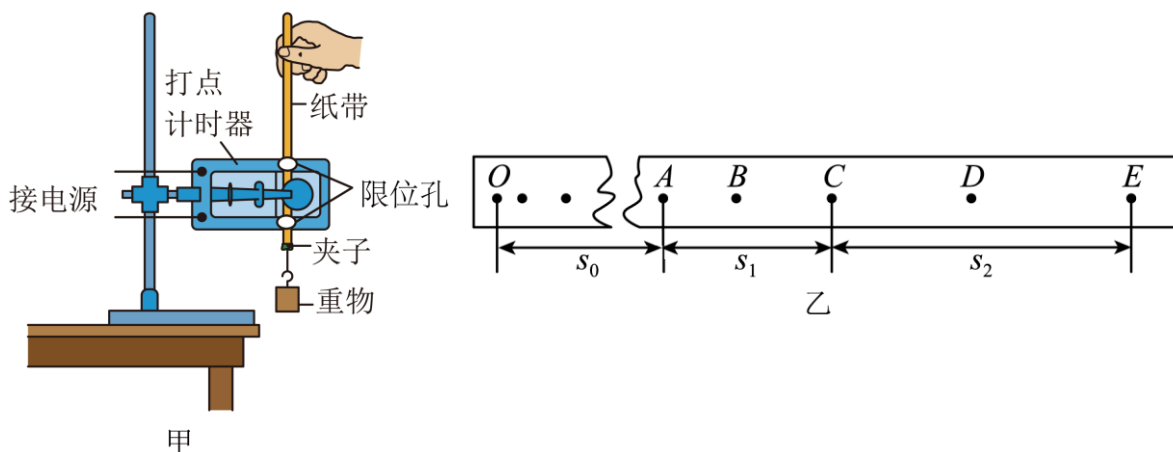
- A. 机械能均逐渐减小
- B. 经最低点时动能相等
- C. 机械能总是相等的
- D. 两球在最低点加速度大小相等

14. 某娱乐项目中，参与者抛出一小球去撞击触发器，从而进入下一关。现在将这个娱乐项目进行简化，假设参与者从触发器的正下方以速率 v 竖直上抛一小球，小球恰好击中触发器。若参与者仍在刚才的抛出点，沿 A、B、C、D 四个不同的光滑轨道分别以速率 v 抛出小球，如图所示。则小球能够击中触发器的可能是)



三、实验题（本大题共 2 小题，共 18 分）

15. 某同学用如图甲所示装置验证机械能守恒定律时，所用交流电源的频率为 $f=50\text{Hz}$ ，得到如图乙所示的纸带。选取纸带上打出的连续五个点 A、B、C、D、E，测出点 A 距起点 O 的距离为 $s_0 = 19.00\text{ cm}$ ，点 A、C 间的距离 $s_1 = 8.36\text{ cm}$ ，点 C、E 间的距离为 $s_2 = 9.88\text{ cm}$ ， g 取 9.8 m/s^2 ，测得重物的质量为 $m = 1\text{ kg}$ 。



(1) 下列做法正确的有_____。

- A. 图甲中两限位孔必须在同一竖直线上
- B. 实验前，手应提住纸带上端，使纸带竖直



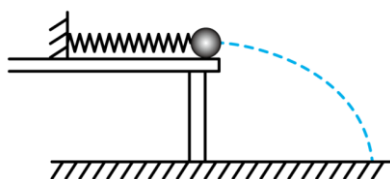
C.实验时,先释放纸带,再接通打点计时器的电源

D.数据处理时,应选择纸带上距离较近的两点作为初、末位置

(2) 选取 O 、 C 两点为初、末位置验证机械能守恒定律,重物减少的重力势能是 $\Delta E_p = \underline{\hspace{2cm}}$ J, 打下 C 点时重物的速度大小是 $v_C = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s (结果保留三位有效数字)。

(3) 多次实验发现重物减少的重力势能总是略大于增加的动能,产生这一现象的原因是: $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

16. 某同学利用如图 1 所示的装置对轻质弹簧的弹性势能进行探究: 一轻质弹簧放置在光滑水平桌面上, 弹簧左端固定, 右端与一小球接触而不固连; 弹簧处于原长时, 小球恰好在桌面边缘. 向左推小球, 使弹簧压缩一段距离后由静止释放, 小球离开桌面后落到水平地面通过测量和计算, 可求得弹簧被压缩后的弹性势能。



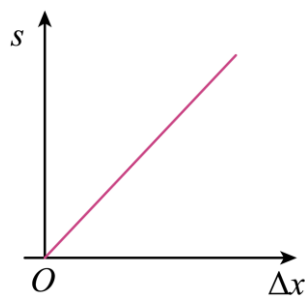
回答下列问题:

(1) 本实验中可认为, 弹簧被压缩后的弹性势能 E_p 与小球抛出时的动能 E_k 相等。已知重力加速度大小为 g 。为求得 E_k , 至少需要测量下列物理量中的 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填正确答案序号)

- A. 小球的质量 m
- B. 小球抛出点到落地点的水平距离 s
- C. 桌面到地面的高度 h
- D. 弹簧的压缩量 Δx
- E. 弹簧原长 l_0

(2) 用所选取的测量量和已知量表示 E_k , 得 $E_k = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(3) 图 2 中的直线是实验测量得到的 $s - \Delta x$ 图线。从理论上可推出, 如果 h 不变, m 增加, $s - \Delta x$ 图线的斜率会 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“增大”、“减小”或“不变”); 如果 m 不变, h 增加, $s - \Delta x$ 图线的斜率会 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“增大”、“减小”或“不变”)。由图中给出的直线关系和 E_k 的表达式可知, E_p 与 Δx 的 $\underline{\hspace{2cm}}$ 次方成正比。



(4) 对上述全过程, 请根据动能定理、重力做功与重力势能的关系和弹簧弹力做功与弹性势能的关系, 证明在该过程中系统机械能守恒 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

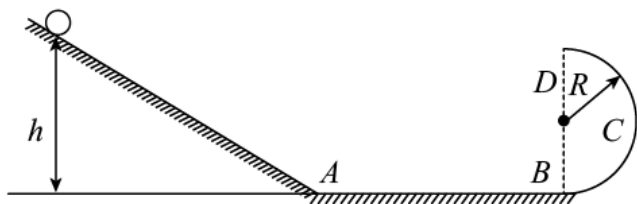


四、论述计算题，所有题目必须画受力图，有推理过程和必要文字说明。（本大题共 4 小题，共 40 分）

17. 如图所示，质量 $m = 0.1\text{kg}$ 的金属小球从距水平面高 $h = 2.0\text{m}$ 的光滑斜面上由静止开始释放，运动到 A 点时无能量损耗，水平面 AB 是长 2.0m 的粗糙平面，与半径为 $R = 0.4\text{m}$ 的光滑的半圆形轨道 BCD 相切于 B 点，其中半圆形轨道在竖直平面内， D 为轨道的最高点，小球恰能通过最高点 D ，求：

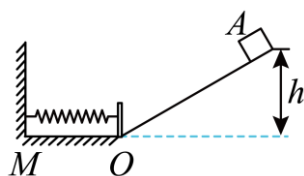
($g = 10\text{m/s}^2$)

- (1) 小球运动到 A 点时的速度大小；
- (2) 小球从 A 运动到 B 的过程中摩擦阻力所做的功；
- (3) 小球从 D 点飞出后落点 E 与 B 的距离。



18. 如图所示，光滑坡道顶端距水平面高度为 h ，质量为 m 的小物块 A 从坡道顶端由静止滑下，进入水平面上的滑道时无机械能损失，为使 A 制动，将轻弹簧的一端固定在水平滑道延长线 M 处的墙上，另一端恰位于坡道的底端 O 点。已知在 OM 段，物块 A 与水平面间的动摩擦因数为 μ ，其余各处的摩擦力不计，重力加速度为 g ，求：

- (1) 物块滑到 O 点时的速度大小；
- (2) 弹簧最大压缩量为 d 时的弹性势能（设弹簧处于原长时弹性势能为零）；
- (3) 在(2)问前提下，若物块 A 能够被弹回到坡道上，则它能够上升的最大高度是多少？



19. 蹦床比赛分成预备运动和比赛动作。最初，运动员静止站在蹦床上在预备运动阶段，他经过若干次蹦跳，逐渐增加上升高度，最终达到完成比赛动作所需的高度；此后，进入比赛动作阶段。

把蹦床简化为一个竖直放置的轻弹簧，弹力大小 $F = kx$ (x 为床面下沉的距离， k 为常量)。质量 $m = 50\text{kg}$ 的运动员静止站在蹦床上，床面下沉 $x_0 = 0.10\text{m}$ ；在预备运动中，假设运动员所做的总功 W 全部用于其机械能；在比赛动作中，把该运动员视作质点，其每次离开床面做竖直上抛运动的腾空时间均为 $\Delta t = 2.0\text{s}$ ，设运动员每次落下使床面压缩的最大深度均为 x_1 。取重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ ，忽略空气阻力的影响。

- (1) 求常量 k ，并在图中画出弹力 F 随 x 变化的示意图；
- (2) 求在比赛动作中，运动员离开床面后上升的最大高度 h_m ；
- (3) 借助 $F-x$ 图像可以确定弹性做功的规律，在此基础上，求 x_1 和 W 的值

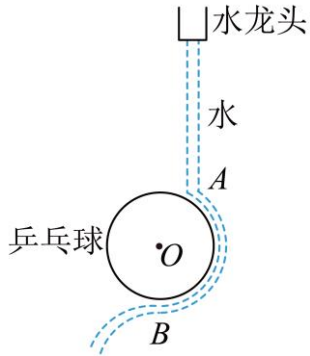
20. 如图所示，打开水龙头，流出涓涓细流。将乒乓球靠近竖直的水流时，水流会被吸引，顺着乒乓球表面流动。这个现象称为康达效应 (Coanda Effect)。某次实验，水流从 A 点开始顺着乒乓球表面流动，并在乒乓球的最低点 B 与之分离，最后落在水平地面上的 C 点 (未画出)。已知水流出水龙头的初速度为 v_0 ，



B 点到 C 点的水平射程为 x ， B 点距地面的高度为 h ，乒乓球的半径为 R ， O 为乒乓球的球心， AO 与竖直方向的夹角 $\theta = 60^\circ$ ，不计一切阻力，若水与球接触瞬间速率不变，重力加速度为 g 。

(1)若质量为 $\Delta m(m \rightarrow 0)$ 的水受到乒乓球的“吸附力”为 F ，求 $\frac{F}{\Delta m}$ 的最大值；

(2)求水龙头下端到 A 的高度差 H 。





参考答案

一、单选题，以下各题只有一个选项是正确的，请把正确答案填写到答题卡相应位置。（本题共 10 小题，每小题 3 分，共 30 分）

1. 【答案】ACD

【分析】本题考查对机械能守恒条件的判断。

【详解】A. 拉力做功，动能不变，重力势能增加，机械能增加。故 A 符合题意；

B. 只有重力做功，机械能守恒，故 B 不符合题意；

C. 摩擦力做功，动能不变，重力势能减小，机械能减小，故 C 符合题意；

D. 浮力做功，动能增加，重力势能增加，故 D 符合题意。

故选 ACD。

2. 【答案】D

【详解】以桌面为零势能参考平面，地面离零势能点的高度为 $-h$ ，物体重力势能为

$$E_p = -mgh$$

物体下落的高度差为 $H+h$ ，所以重力做功为

$$W = mg(H+h)$$

重力势能减小 $mg(H+h)$ ，故 D 正确，ABC 错误。

3. 【答案】D

【详解】由于墙对汽车作用力的作用点没有发生位移，可知墙对汽车所做的功为 0。

故选 D。

4. 【答案】D

【详解】A. 根据动能定理可得

$$\Delta E_k = mgh - Fh$$

可知他的动能减少了 $Fh - mgh$ ，故 A 错误；

B. 重力做功为

$$W_G = mgh$$

可知他的重力势能减少了 mgh ，故 B 错误；

CD. 阻力做功为

$$W_F = -Fh$$

可知他的机械能减少了 Fh ，故 C 错误，D 正确。

故选 D。

5. 【答案】B

【详解】根据速度时间的图象可知， $a_A : a_B = 2 : 1$ ，物体只受到摩擦力的作用，摩擦力作为合力产生加速度，由牛顿第二定律可知， $F = ma$ ，所以摩擦力之比为 $F_A : F_B = 4 : 1$ ；



由动能定理，摩擦力的功 $W = 0 - \frac{1}{2}mv^2$ ，由于 AB 的初速度大小相同， $m_A : m_B = 2 : 1$ ，所以两物体克服摩擦阻力做的功之比 $W_A : W_B = 2 : 1$ 。所以 B 正确，ACD 错误。

故选 B。

6. 【答案】D

【详解】AD. 两个小球在运动的过程中都是只有重力做功，重力做功等于小球重力与始末位置的高度差的乘积，故重力做功相同，由机械能守恒

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

所以两物体落地时速度大小相等，但方向不同，故 A 错误，D 正确；

B. 到达底端时两物体的速率相同，重力也相同，但 A 物体重力与速度有夹角，B 物体重力与速度方向相同，所以落地前的瞬间 B 物体重力的瞬时功率大于 A 物体重力的瞬时功率，故 B 错误；

C. 根据重力做功的表达式得两个小球在运动的过程重力对两小球做功都为 mgh ，但 A 所需时间

$$t_A = \frac{v \sin \theta}{g}$$

B 所需时间

$$t_B = \frac{v + v_0}{g}$$

根据 $P = \frac{W}{t}$ 知道重力对 A 小球做功的平均功率较大，故 C 错误；

故选 D。

7. 【答案】D

【分析】

【详解】当牵引力等于阻力时，汽车达到最大速度，汽车匀速运动时，受力平衡，由于汽车是沿倾斜的路面向上行驶的，对汽车受力分析可知，汽车的牵引力

$$F = f + mg \sin \theta = kmg + mg \sin \theta = mg(k + \sin \theta)$$

由功率

$$P = Fv$$

所以上坡时的速度

$$v = \frac{P}{F} = \frac{P}{mg(k + \sin \theta)}$$

故 ABC 错误，D 正确。

故选 D。

8. 【答案】C

【详解】小球在接触弹簧之前做自由落体。碰到弹簧后先做加速度不断减小的加速运动，当加速度为 0 即重力等于弹簧弹力时加速度达到最大值，而后往下做加速度不断增大的减速运动，与弹簧接触的整个下降



过程，小球的动能和重力势能转化为弹簧的弹性势能。上升过程恰好与下降过程互逆。由乙图可知 t_1 时刻开始接触弹簧，但在刚开始接触后的一段时间内，重力大于弹力，小球仍做加速运动，所以此刻小球的动能不是最大，A 错误； t_2 时刻弹力最大，小球处在最低点，动能最小，B 错误； t_3 时刻小球往上运动恰好要离开弹簧； $t_2 - t_3$ 这段时间内，小球的先加速后减速，动能先增加后减少，弹簧的弹性势能转化为小球的动能和重力势能，C 正确 D 错误。

9. 【答案】B

【详解】A. 物块 a 上升的过程中，动能增加，重力势能也增加，因此物块 a 的机械能增加，故 A 错误；
B. a 、 b 物块间高度差为 h ，说明 a 上升了 $\frac{h}{2}$ ， b 下降了 $\frac{h}{2}$ ，系统减少的重力势能等于系统增加的动能，则有

$$2mg \frac{h}{2} - mg \frac{h}{2} = \frac{1}{2}(2m + m)v^2$$

解得

$$v = \sqrt{\frac{gh}{3}}$$

所以物块 b 机械能减少了

$$2mg \frac{h}{2} - \frac{1}{2} \times 2mv^2 = \frac{2}{3}mgh$$

故 B 正确；

C. 根据功能原理可知物块 b 机械能的减少量等于它克服细绳拉力所做的功，故 C 错误；

D. 物块 a 重力势能的增加量为 $mg \frac{h}{2}$ ，动能增加量为

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{6}mgh$$

可知物块 a 的重力势能增加量大于其动能增加量，故 D 错误。

故选 B。

10. 【答案】B

【详解】A. 由牛顿第二定律有

$$F - \mu mg = ma$$

可得当推力 $F=200\text{N}$ 时，物体加速度最大，为 45m/s^2 ，A 错误；

BC. 由 $F-x$ 图像中图线与坐标轴所围的“面积”表示功可知，推力对物体做功为

$$W_F = \frac{1}{2}Fx_0 = \frac{1}{2} \times 200 \times 10\text{J} = 1000\text{J}$$

由动能定理有

$$W_F - \mu mgx_m = 0$$

代入数据得



$$x_m = 50\text{m}$$

即物体在水平面上运动的最大位移是 50m，整个过程中摩擦力对物体做功-1000J，B 正确，C 错误；

D. 由题图乙可得推力 F 随位移 x 变化的关系为

$$F = 200 - 20x \text{ (N)}$$

物体速度最大时，加速度为零，有

$$F = \mu mg$$

解得

$$x = 9\text{m}$$

即在距出发点 9m 位置时物体的速度达到最大，D 错误。

故选 B。

二、多选题，以下各题至少有一个选项是正确的，请把全部正确答案填写到答题卡相应位置
(本题共 4 小题，每小题 3 分，少选得 2 分，共 12 分)

11. 【答案】AB

【详解】A. 小球在 B 位置时受到向下的重力 mg 、水平向右的拉力 F 、沿 BO 方向的拉力 T_1 ，根据平衡条件应有

$$T_1 = \frac{mg}{\cos 60^\circ} = 2mg$$

小球返回到 A 时，根据牛顿第二定律应有

$$T_2 - mg = \frac{mv_A^2}{L}$$

从 B 到 A 由动能定理可得

$$mgL(1 - \cos 60^\circ) = \frac{1}{2}mv_A^2 - 0$$

联立可得

$$T_2 = 2mg$$

故 A 正确。

B. 根据动能定理应有

$$W_F - mgL(1 - \cos 60^\circ) = 0$$

解得：

$$W_F = \frac{1}{2}mgL$$

故 B 正确。

C. 从 B 到 A 小球做圆周运动，在 B 点时所受的合力为

$$F_B = mg \sin \theta$$

在 A 点时所受的合力为



$$F_A = \frac{mv_A^2}{L}$$

再由动能定理可得

$$mgL(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv_A^2$$

解得：

$$F_A = 2mg(1 - \cos \theta)$$

显然不等，故 C 错误。

D. 根据 $P = Fv \cos \alpha$ ，小球在 B 点时的速度为 0，所以重力的瞬时功率也为 0，尽管小球在 A 点时的速度最大，但此时在竖直方向的速度为 0，所以重力的瞬时功率也为 0，所以小球从 B 到 A 的过程中重力的瞬时功率应先增大后减小，D 错误；

12. 【答案】CD

【详解】A. 根据对称性可知，海王星从 P 到 Q 用时 $\frac{T_0}{2}$ ，由于 PM 段的速度大于 MQ 段的速度，则 PM 段的时间小于 MQ 段的时间，所以 P 到 M 所用的时间小于 $\frac{T_0}{4}$ ，故 A 错误；

B. 从 Q 到 N 的过程中，由于只有万有引力做功，机械能守恒，故 B 错误；

C. 海王星从 P 到 Q 阶段，万有引力对它做负功，速率逐渐减小，故 C 正确；

D. 根据万有引力方向与速度方向的关系知，从 M 经 Q 到 N 阶段，万有引力对它先做负功后做正功，故 D 正确。

故选 CD。

13. 【答案】CD

【详解】AC. 两物体运动过程只有重力对物体做功，两物体均满足机械能守恒，由于两物体初位置高度相同，初动能均为零，且质量相等，可知两物体的机械能总是相等的，故 A 错误，C 正确；

BD. 从静止释放到最低点过程，根据动能定理可得

$$mgr = \frac{1}{2}mv_1^2, \quad mgR = \frac{1}{2}mv_2^2$$

可得

$$\frac{1}{2}mv_2^2 > \frac{1}{2}mv_1^2$$

在低点，根据牛顿第二定律可得

$$a_1 = \frac{v_1^2}{r} = 2g, \quad a_2 = \frac{v_2^2}{R} = 2g$$

可得

$$a_1 = a_2$$

故 B 错误，D 正确。



故选 CD。

14. 【答案】 CD

【详解】 竖直上抛时小球恰好击中触发器，则到达最高点的速度为零；

A. 沿图 A 中轨道以速率 v 抛出小球，小球沿光滑圆弧内表面做圆周运动，到达最高点的速率应大于或等于 \sqrt{gR} ，所以不能到达圆弧最高点，即不能击中触发器，选项 A 错误。

B. 沿图 B 中轨道以速率 v 抛出小球，小球沿光滑斜面上滑一段后做斜抛运动，最高点具有水平方向的速度，所以也不能到达触发器的高度，即不能击中触发器，选项 B 错误。

CD. 图 C 及图 D 中小球在轨道最高点速度均可以为零，由机械能守恒定律可知小球能够击中触发器，选项 CD 正确。

三、实验题（本大题共 2 小题，共 18 分）

15. 【答案】 ①. AB##BA ②. 2.68 ③. 2.28 ④. 重物还受空气阻力的作用，使机械能损失一部分，即减少的重力势能没有完全转化为动能。

【详解】 (1) [1]A. 两限位孔必须在同一竖直线上，这样可以使纸带顺利通过，减小摩擦对实验的影响，A 正确。

B. 实验前，手提住纸带上端，使纸带竖直，可以使纸带放开后保持竖直状态通过打点计时器，从而减小摩擦对实验的影响，B 正确。

C. 应该先接通打点计时器的电源，再释放纸带，这样可以充分利用纸带，使纸带上数据点多，若先释放纸带后接通电源，纸带上数据点会很少，甚至没有数据，C 错误。

D. 应选择纸带上距离适当较远的两点作为初、末位置，这样可以使误差百分比减小，D 错误。

故选 AB。

(2) [2][3] 重物减少的重力势能为

$$\Delta E_p = mg(s_0 + s_1) = 2.68\text{J}$$

打下 C 点时重物的速度大小是

$$v_C = \frac{s_1 + s_2}{4 \times \frac{1}{f}} = \frac{(8.36 + 9.88) \times 10^{-2} \text{m}}{0.08\text{s}} = 2.28\text{m/s}$$

(3) [4] 重物还受空气阻力的作用，使机械能损失一部分，即减少的重力势能没有完全转化为动能。

16. 【答案】 ①. ABC ②. $\frac{mgs^2}{4h}$ ③. 减小 ④. 增大 ⑤. 2 ⑥. 见解析

【详解】 (1) [1] 设小球抛出的初速度为 v_0 ，小球抛出点到落地点的水平距离 s ，桌面到地面的高度 h ，根据平抛运动规律可得

$$h = \frac{1}{2}gt^2, \quad s = v_0t$$

解得



$$v_0 = s\sqrt{\frac{g}{2h}}$$

则小球抛出时的动能为

$$E_k = \frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{mgs^2}{4h}$$

为了求得 E_k ，至少需要测量小球的质量 m 、小球抛出点到落地点的水平距离 s 、桌面到地面的高度 h 。
故选 ABC。

(2) [2]用所选取的测量量和已知量表示 E_k ，则有

$$E_k = \frac{mgs^2}{4h}$$

(3) [3]由题意可知,如果 h 不变, m 增加, 则相同的 Δx 对应的抛出速度变小, 物体下落的时间不变, 对应的水平位移 s 变小, $s - \Delta x$ 图线的斜率会减小;

[4]如果 m 不变, h 增加, 则物体下落的时间增加, 则相同的 Δx 对应的抛出速度不变, 对应的水平位移 s 变大, 故 $s - \Delta x$ 图线的斜率会增大;

[5]弹簧的弹性势能等于物体抛出时的动能, 则有

$$E_p = E_k = \frac{mgs^2}{4h}$$

可得

$$E_p \propto s^2 \propto (\Delta x)^2$$

可知 E_p 与 Δx 的 2 次方成正比。

(4) 设初状态弹簧的弹性势能为 $E_{\text{弹}1}$, 小球的动能为 E_{k1} , 重力势能为 E_{p1} , 则初状态系统的机械能为

$$E_1 = E_{\text{弹}1} + E_{k1} + E_{p1}$$

设末状态弹簧的弹性势能为 $E_{\text{弹}2}$, 小球的动能为 E_{k2} , 重力势能为 E_{p2} , 则末状态系统的机械能为

$$E_2 = E_{\text{弹}2} + E_{k2} + E_{p2}$$

根据动能定理可得

$$W_G + W_{\text{弹}} = E_{k2} - E_{k1}$$

根据重力做功与重力势能的关系可得

$$W_G = -\Delta E_p = E_{p1} - E_{p2}$$

根据弹簧弹力做功与弹性势能的关系可得

$$W_{\text{弹}} = -\Delta E_{\text{弹}} = E_{\text{弹}1} - E_{\text{弹}2}$$

联立可得

$$E_{\text{弹}1} + E_{k1} + E_{p1} = E_{\text{弹}2} + E_{k2} + E_{p2}$$

可知该过程中系统机械能守恒。



四、论述计算题，所有题目必须画受力图，有推理过程和必要文字说明。（本大题共 4 小题，共 40 分）

17. 【答案】(1) $2\sqrt{10}\text{m/s}$ ；(2) -1J ；(3) 0.8m

【分析】

【详解】(1) 小球下滑至 A 点过程中，由动能定律得

$$mgh = \frac{1}{2}mv_A^2$$

解得

$$v_A = \sqrt{2gh} = 2\sqrt{10}\text{m/s}$$

即小球运动到 A 点的速度为 $2\sqrt{10}\text{m/s}$ 。

(2) 小球恰能通过最高点 D ，满足

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

解得

$$v_D = \sqrt{gR} = 2\text{m/s}$$

小球由 B 点运动到 D 点过程由动能定理可得

$$-mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$$

联立解得

$$v_B = \sqrt{4gR + v_D^2} = 2\sqrt{5}\text{m/s}$$

小球从 A 运动到 B 的过程中摩擦阻力所做的功为

$$W_f = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = -1\text{J}$$

(3) 小球从 D 点飞出后做平抛运动，有

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

水平位移为

$$x_{BE} = v_D t$$

联立解得

$$x_{BE} = 0.8\text{m}$$

即小球从 D 点飞出后落点 E 与 B 相距 0.8m 。

18. 【答案】(1) $\sqrt{2gh}$ ；(2) $mgh - \mu mgd$ ；(3) $h - 2\mu d$

【详解】(1) 从坡道顶端运动到 O 点，由机械能守恒定律得

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

解得



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

(2) 在水平滑道上物块 A 克服摩擦力所做的功为

$$W = \mu mgd$$

由能量守恒定律得

$$\frac{1}{2}mv^2 = E_p + \mu mgd$$

联立以上各式得

$$E_p = mgh - \mu mgd$$

(3) 物块 A 被弹回的过程中，克服摩擦力所做的功仍为

$$W = \mu mgd$$

由能量守恒定律得

$$E_p = \mu mgd + mgh'$$

所以物块 A 能够上升的最大高度为

$$h' = h - 2\mu d$$

19. 【答案】(1) 5000N/m；(2) 5m；(3) 1.1m；2525J

【分析】

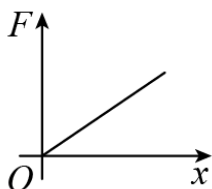
【详解】(1) 床面下沉 $x_0 = 0.1\text{m}$ 时，运动员受力平衡，有

$$mg = kx_0$$

解得

$$k = 5 \times 10^3 \text{N/m.}$$

$F-x$ 图线如图所示.



(2) 运动员从 $x=0$ 处离开床面，开始腾空，由运动的对称性知其上升、下落的时间相等，

$$h_m = \frac{1}{2}g\left(\frac{\Delta t}{2}\right)^2$$

解得

$$h_m = 5.0\text{m}$$

(3) 参照由速度时间图线求位移的方法可知 $F-x$ 图线下的面积等于弹力做的功，从 x 处到 $x=0$ 处，弹力做的功

$$W_T = \frac{1}{2}kx^2$$

运动员从 x_1 处上升到最大高度 h_m 的过程，根据动能定理可得



$$\frac{1}{2}kx_1^2 - mg(x_1 + h_m) = 0$$

解得

$$x_1 = 1.1 \text{ m}$$

对整个预备运动过程分析，由题设条件以及功和能的关系，有

$$W + \frac{1}{2}kx_0^2 = mg(x_0 + h_m)$$

解得

$$W = 2525 \text{ J}$$

20. 【答案】(1) $\frac{F}{\Delta m} = g(1 + \frac{x^2}{2hR})$; (2) $H = \frac{x^2}{4h} - \frac{v_0^2}{2g} - \frac{3}{2}R$

【详解】(1) 设水流在 B 点的速率为 v_B ，在 B 点时 $\frac{F}{\Delta m}$ 最大，由牛顿第二定律

$$F - \Delta mg = \frac{\Delta m v_B^2}{R} \quad \text{①}$$

水流从 B 点开始做平抛运动，有

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{②}$$

$$x = v_B t \quad \text{③}$$

联立，解得

$$\frac{F}{\Delta m} = g(1 + \frac{x^2}{2hR}) \quad \text{④}$$

(2) 水流从水龙头流出至到达 B 点，由动能定理

$$\Delta mg(H + R \cos \theta + R) = \frac{1}{2} \Delta m v_B^2 - \frac{1}{2} \Delta m v_0^2 \quad \text{⑤}$$

联立，解得

$$H = \frac{x^2}{4h} - \frac{v_0^2}{2g} - \frac{3}{2}R \quad \text{⑥}$$