

2023 年七月湖北武汉（市重点校联考专用）高一第二学期期末高难综合选拔性考试用试卷物理试卷

本试卷共 8 页，15 题。全卷满分 100 分。考试用时 75 分钟

注意事项：

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号条形码粘贴在答题卡指定位置上。
2. 回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡对应题目的答案标号涂黑；如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上，写在试卷上无效。
3. 考试结束后，本试卷和答题卡一并交回。
4. 本次考试难度较高，希望考生全力以赴把控好时间，夺得好成绩。

第 I 卷（选择题）

一、单选题（本大题共 7 小题，共 28.0 分）

1. 下列说法中正确的是（ ）
- A. 布朗运动是液体分子的无规则运动
 - B. 气体总是能充满容器，说明分子间存在斥力
 - C. 温度是物体分子热运动的平均动能的标志
 - D. 分子间距离减小时，引力和斥力都减小，但斥力减小得快

【答案】C

【解析】

【详解】A. 布朗运动是液体中固体颗粒受到液体分子的撞击所做的无规则运动，是颗粒的运动，不是水分子的运动，A 错误；

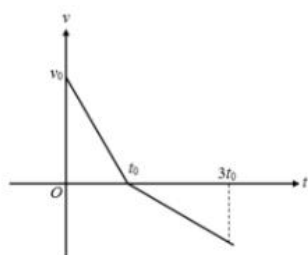
B. 气体总是能充满容器，是分子做无规则热运动的结果，B 错误；

C. 温度是物体分子热运动的平均动能的标志。温度越高，平均动能越大，C 正确；

D. 分子间距离减小时，引力和斥力都增大，但斥力增大得快，D 错误。

故选 C。

2. 质量 m 的物块（可视为质点）以 v_0 的初速度从倾角 $\theta=30^\circ$ 的粗糙斜面上的 P 点沿斜面向上运动到达最高点后，又沿原路返回到出发点 P 点，其速度随时间变化的图象如图所示，且不计空气阻力。下列说法中正确的是（ ）



A. 物块所受的重力与摩擦力之比为 3:2

B. 这个过程中物块克服摩擦力做功的功率为 $P = \frac{mv_0^2}{8t_0}$

C. 这个过程中重力做功比摩擦力做功大

D. 这个过程中重力冲量与摩擦力冲量之比 3:1

【答案】B

【解析】

【详解】A. 由题图可知，因为返回到出发点，向上运动的位移与向下运动的位移相同，也就是图象中横轴上方的面积与下方的面积相等，所以返回到出发点 P 的速度

$$v_1 = \frac{v_0}{2}$$

沿斜面向上运动过程中的加速度

$$a_1 = \frac{v_0}{t_0}$$

返回过程中的加速度

$$a_2 = \frac{v_0}{4t_0}$$

由牛顿第二定律可得：上滑时

$$mg \sin \theta + F_f = ma_1$$

下滑时

$$mg \sin \theta - F_f = ma_2$$

联立解得

$$\frac{G}{F_f} = \frac{10}{3}$$

故 A 错误；



B. 由功能关系可知, 这个过程中克服摩擦力做功

$$W = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{3}{8}mv_0^2$$

这个过程中物体克服摩擦力做功的功率为

$$P = \frac{mv_0^2}{8t_0}$$

故 B 正确;

C. 因为返回出发点, 所以重力做功为 0, 所以重力做功小于摩擦力做功, 故 C 错误;

D. 重力冲量

$$I_G = 3mgt_0$$

摩擦力的冲量

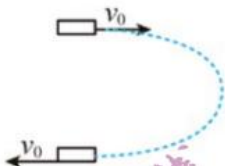
$$I_f = F_f t_0 + F_f (2t_0) = \frac{3}{10}mgt_0$$

$$\frac{I_G}{I_f} = 10$$

故 D 错误.

故选 B.

3. 质量为 m 的翼装飞行爱好者乘飞机到达空中某处后, 以速度 v_0 水平跳出, 由于风力的影响, 经时间 t , 爱好者下落至跳出点的正下方时, 其速度大小仍为 v_0 , 但方向与初速度相反, 其运动轨迹如图所示, 重力加速度为 g , 在此段时间 t 内 ()



A. 风力一定沿水平方向

B. 飞行爱好者机械能减少 $\frac{1}{2}mg^2t^2$

C. 风力对爱好者的冲量大小为 $2mv_0$

D. 风力对爱好者的冲量大小为 $m\sqrt{4v_0^2 + g^2t^2}$

【答案】D

【解析】

【详解】A. 在风力作用下, 飞行爱好者做曲线运动, 风力在水平方向提供与初速度方向相反的力, 使飞

行爱好者在水平方向先减速在反向加速；同时风力对飞行爱好者还有向上的分作用力，故风对飞行爱好者作用力方向大致沿初速度的后上方，故 A 错误；

B. 假设物体在竖直方向做自由落体运动， t 时间内下落的高度为

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

物体的重力势能减小量为

$$\Delta E_{\text{p减}} = mgh = \frac{mg^2t^2}{2}$$

但物体在下落 h 高度后竖直方向速度为零，故竖直方向不可能做自由落体运动，故 B 错误；

CD. 取物体开始时的速度方向为正方向，根据动量定理，水平方向合力（即风力的水平分力）对物体的冲量

$$I_x = -mv_0 - mv_0 = -2mv_0$$

设风力竖直方向的冲量为 I_y ，竖直方向取向上为正，则竖直方向根据动量定理得

$$I_y - mgt = 0$$

则风力的冲量为风力对爱好者的冲量大小为

$$I = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} = m\sqrt{4v_0^2 + g^2t^2}$$

故 C 错误，D 正确。

故选 D。

4. 已知近地卫星的轨道半径可认为与地球半径相等，同步卫星的轨道半径是地球半径的 n 倍， P 点是地球赤道上一一点，同步卫星、和近地卫星和 P 点的位置关系如图所示，由此可知（ ）



A. 同步卫星与近地卫星的运行周期之比为 $n^3:1$



B. 同步卫星与 P 点的速率之比为 $1:\sqrt{n}$

C. 近地卫星与 P 点的速率之比为 $\sqrt{n^3}:1$

D. 近地卫星与同步卫星的速率之比为 $1:\sqrt{n}$

【答案】C

【解析】

【详解】A. 根据

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

解得

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

可得

$$\frac{T_{\text{同}}}{T_{\text{近}}} = \sqrt{\left(\frac{nR}{R}\right)^3} = n\sqrt{n}:1$$

选项 A 错误;

B. 同步卫星与 P 点具有相同的角速度, 根据

$$v = \omega r$$

可得速率之比为 $n:1$, 选项 B 错误;

CD. 对近地卫星和同步卫星, 根据

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

可得

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

$$\frac{v_{\text{同}}}{v_{\text{近}}} = \sqrt{\frac{R}{nR}} = \frac{1}{\sqrt{n}}$$

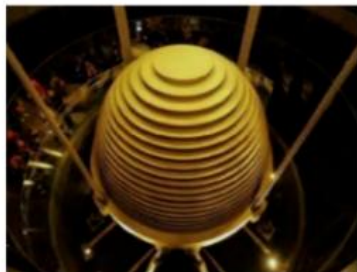
近地卫星与 P 点的速率之比为 $\sqrt{n^3}:1$, 选项 C 正确, D 错误;

故选 C.

5. 很多高层建筑都会安装减震耗能阻尼器, 用来控制强风或地震导致的振动。台北 101 大楼使用的阻尼器



是重达 660 吨的调谐质量阻尼器，阻尼器相当于一个巨型质量块。简单说就是将阻尼器悬挂在大楼上方，它的摆动会产生一个反作用力，在建筑物摇晃时往反方向摆动，会使大楼摆动的幅度减小。关于调谐质量阻尼器下列说法正确的是（ ）



- A. 阻尼器做的是阻尼振动，其振动频率大于大楼的振动频率
- B. 阻尼器的振动频率取决于自身的固有频率
- C. 阻尼器摆动后，摆动方向始终与大楼的振动方向相反
- D. 阻尼器摆动幅度不受风力大小影响

【答案】C

【解析】

【详解】A. 由题意可知阻尼器做受迫振动，振动频率与大楼的振动频率相同，故 A 错误；

B. 阻尼器的振动频率取决于大楼的振动频率，与自身的固有频率无关，故 B 错误；

C. 由题意可知，大楼对阻尼器的力与阻尼器对大楼的力为一对相互作用力，根据回复力

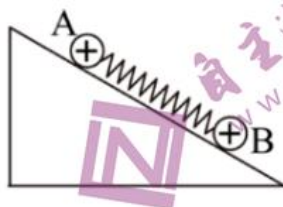
$$F = -kx$$

可知阻尼器摆动后，摆动方向始终与大楼的振动方向相反，故 C 正确；

D. 阻尼器的摆动幅度会受到风力的影响，故 D 错误。

故选 C。

6. 如图所示，一绝缘轻质弹簧两端连接两个带有等量正电荷的小球 A、B，小球 B 固定在斜面上，小球 A 放置在光滑斜面上，初始时小球 A 处于静止状态，若给小球 A 一沿弹簧轴线方向的瞬时冲量，小球 A 在运动过程中，弹簧始终在弹性限度范围内。则（ ）



- A. 初始小球 A 处于静止状态时，弹簧一定处于拉伸状态
- B. 给小球 A 瞬时冲量后，小球 A 将在斜面上做简谐运动



- C. 给小球 A 瞬时冲量后, 小球 A 沿斜面向上运动到最高点时, 加速度方向一定沿斜面向下
D. 给小球 A 瞬时冲量后, 小球 A 沿斜面向上运动过程中, 减小的电势能一定等于小球增加的机械能

【答案】C

【解析】

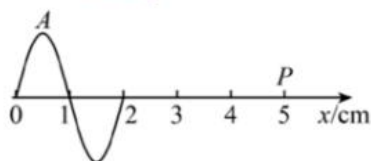
【详解】A. 初始时, A 处于静止状态, 小球受到重力, 沿斜面向上的库仑斥力, 若重力分力恰好等于库仑力, 则弹簧处于原长, 故 A 错误;

B. 小球在斜面上运动时, 由于库仑力为 $F = k \frac{q^2}{r^2}$, 故其合力不可能正比于小球的位移, 故小球不做简谐振动, 故 B 错误;

C. 小球运动到最高点后必然向下运动, 故加速度必然沿斜面向下, 故 C 正确;

D. 由能量守恒定律可知, 小球减少的电势能等于小球和弹簧构成系统增加的机械能, 故 D 错误;
故选 C.

7. 一列简谐波沿 x 轴正方向传播, $t=0$ 时波形如图所示。已知在 0.6s 末, A 点恰第四次 (图中为第一次) 出现在波峰, 则下列说法正确的是 ()



- A. 波的周期是 0.6s
B. 波传播到 P 点需要 1.5s
C. P 点开始振动时速度方向是向上的
D. P 点在 0.35s 末第一次出现在波谷

【答案】D

【解析】

【分析】

【详解】A. 因为在 0.6s 末时, A 点恰第四次 (图中为第一次) 出现在波峰, 可以得出 A 点做了三个完整的周期, 可知

$$T = \frac{t}{n} = \frac{0.6}{3} = 0.2\text{s}$$

故 A 错误;

B. 由图示位置到 P 点的距离 s 为 3cm , 而该列简谐波的波速为

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{2}{0.2} = 10 \text{ cm/s}$$

所以传到 P 点需要的时间 t_p 为

$$t_p = \frac{s}{v} = \frac{3}{10} \text{ s} = 0.3 \text{ s}$$

故 B 错误；

C. 由波动图像可知，质点开始振动时速度方向是向下的，故 C 错误；

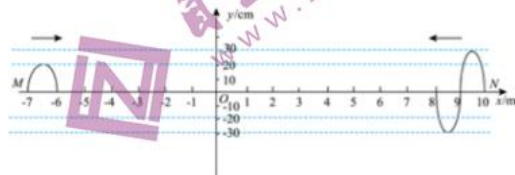
D. 由于波传到 P 点所需要的时间为 0.3 s ，所以 P 点在 0.35 s 末时处在波谷，故 D 正确。

故选 D。

二、多选题（本大题共 4 小题，共 12.0 分）

8. 同一均匀介质中有两个振源 M 、 N ，分别位于 x 轴上的 $(-7\text{m}, 0)$ 和 $(10\text{m}, 0)$ 。取振源 M 开始振动时为

$t = 0$ 时刻， $t_1 = 1 \text{ s}$ 时 MN 之间的波形如图所示。下列说法正确的是（ ）



A. $t_2 = 7 \text{ s}$ 时坐标原点 O 处的质点正在平衡位置向上振动

B. $t_3 = 7.25 \text{ s}$ 时坐标原点 O 处的质点的位移为 $10\sqrt{2} \text{ cm}$

C. 稳定时，坐标原点 O 处的质点的振幅为 50 cm

D. 稳定时，振源 M 、 N 之间有 16 个振动加强点

【答案】AB

【解析】

【详解】A. 由图像可知振源 N 的周期为 $T = 2 \text{ s}$ ，波长为 $\lambda = 2 \text{ m}$ ，则波速为

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{2}{2} \text{ m/s} = 1 \text{ m/s}$$

振源 M 产生的波形从位置 $(-6\text{m}, 0)$ 传播到 O 点的时间为

$$t_1 = \frac{\Delta x}{v} = \frac{6}{1} \text{ s} = 6 \text{ s}$$

振源 N 产生的波形从位置 $(8\text{m}, 0)$ 传播到 O 点的时间为

$$t_1' = \frac{\Delta x'}{v} = \frac{8}{1} \text{ s} = 8 \text{ s}$$

则 $t_2 = 7 \text{ s}$ 时只有振源 M 产生的波形传播到 O 点，根据“同侧法”可知振源 M 起振方向为向上， $x = -6 \text{ m}$ 的质

点在 7s 时刚好传到 O 点，所以 $t_2 = 7s$ 时坐标原点 O 处的质点正在平衡位置向上振动，故 A 正确；

B. 振源 M 做简谐运动的位移和时间关系式为

$$y = -20 \sin \pi t$$

$t_3 = 7.25s$ 时，O 处质点振动的时间为 1.25s，则

$$y = 10\sqrt{2} \text{cm}$$

故 B 正确；

C. 两个振源 M、N 到 O 点的波程差为

$$\Delta x = 10\text{m} - 7\text{m} = 3\text{m} = \frac{3\lambda}{2}$$

所以两个振源 M、N 传播到 O 点波属于振动减弱点，振幅为

$$A = A_N - A_M = 10\text{cm}$$

故 C 错误；

D. 两个振源 M、N 之间的距离为

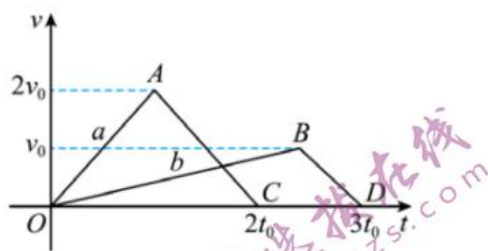
$$x_{MN} = 10\text{m} - (-7)\text{m} = 17\text{m} = 8\frac{1}{2}\lambda$$

两列波波峰与波峰、波谷与波谷相遇，则振动加强，振源 M、N 之间有 17 个振动加强点，故 D 错误。

故选 AB。

9. 水平面上有两个质量不相等的物体 a 和 b，它们分别在水平推力 F_1 和 F_2 作用下开始运动，分别运动一段时间后撤去推力，两个物体都将运动一段时间后停下，物体的 $v-t$ 图线如图所示，图中线段

$AC \parallel BD$ ，则以下说法正确的是（ ）



①水平推力大小 $F_1 > F_2$

②水平推力大小 $F_1 < F_2$

③物体 a 所受到的摩擦力的冲量大于物体 b 所受到的摩擦力的冲量

④物体 a 所受到的摩擦力的冲量小于物体 b 所受到的摩擦力的冲量

⑤则物体 a 克服摩擦力做功大于物体 b 克服摩擦力做功

⑥则物体 a 克服摩擦力做功小于物体 b 克服摩擦力做功

- A. 若物体 a 的质量大于物体 b 的质量, 由图可知, ①⑤都正确
B. 若物体 a 的质量大于物体 b 的质量, 由图可知, ④⑥都正确
C. 若物体 a 的质量小于物体 b 的质量, 由图可知, ②③都正确
D. 若物体 a 的质量小于物体 b 的质量, 由图可知, 只有④正确

【答案】AD

【解析】

【分析】

【详解】由图象可知, 由于 $AB \parallel CD$, 可见撤去拉力后, 两物体的加速度相等, 故两物体与水平面间的动摩擦因数相同; 而撤去拉力之前, 物体 a 的加速度大于物体 b 的加速度, 由牛顿第二定律可知

$$\frac{F_1 - \mu m_a g}{m_a} > \frac{F_2 - \mu m_b g}{m_b}$$

解得

$$\frac{F_1}{m_a} > \frac{F_2}{m_b}$$

若 $m_a > m_b$, 则有

$$F_1 > F_2$$

若 $m_a < m_b$, 则无法比较水平推力的大小关系; 克服摩擦力做功

$$W_f = \mu mgx$$

所受到的摩擦力的冲量大小

$$I_f = \mu mgt$$

由图可知, 物体 b 运动的时间更长, 物体 a 的位移更大, 若 $m_a > m_b$, 则物体 a 克服摩擦力的功大于物体 b 克服摩擦力做功, 但无法比较两者所受摩擦力的冲量大小; 若 $m_a < m_b$, 物体 a 所受到的摩擦力的冲量小于物体 b 所受摩擦力的冲量, 但无法比较两者克服摩擦力做功的大小, 由以上分析可知, AD 正确, BC 错误。

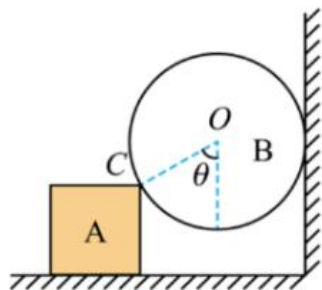
故选 AD。

【点睛】分析图象, 根据图象的斜率可明确加速度大小关系, 再根据牛顿第二定律可分析力与质量之间的关系; 再根据动量定理和动能定理进行分析, 从而明确冲量以及克服摩擦力做功的情况。

10. 如图, 在粗糙水平面与竖直墙壁之间放置木块 A 和质量为 m 的光滑球 B, 系统处于静止状态; O 为 B



的球心，C为A、B接触点，CO与竖直方向夹角为 $\theta = 60^\circ$ ，重力加速度大小为 g ，则（ ）

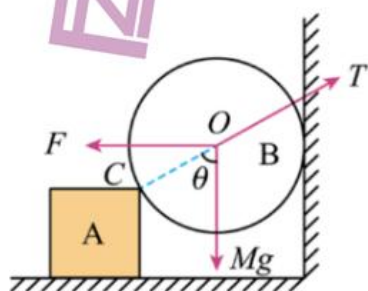


- A. 木块A对球B的支持力大小为 $2mg$
- B. 地面对木块A的摩擦力大小为 mg
- C. 若木块A右移少许，系统仍静止，地面对木块A的摩擦力变小
- D. 若木块A右移少许，系统仍静止，地面对木块A的支持力变大

【答案】AC

【解析】

【详解】A. 以B球为研究对象，受力分析如图所示，



木块A对球B的支持力大小为

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

选项A正确；

B. 以整体为研究对象，水平方向的摩擦力等于墙与B之间的作用力 F ，则摩擦力

$$f = F = mg \tan 60^\circ = \sqrt{3} mg$$

选项B错误；

C. 把木块A右移少许，系统仍静止， θ 角变小，墙壁对球B的支持力等于地面对木块A的摩擦力 $mg \tan \theta$ 变小，选项C正确；

D. 把木块A右移少许，系统仍静止，地面对木块A的支持力等于整体受到的重力，所以不变，选项D错误；

故选AC。

第 II 卷（非选择题）

三、实验题（本大题共 2 小题，共 17.0 分）

11. 在用“单摆测量重力加速度”的实验中：

(1) 下面叙述正确的是_____（选填选项前的字母）



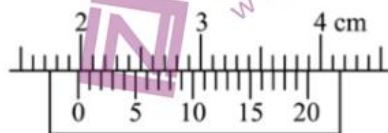
A. 1m 和 30cm 长度不同的同种细线，选用 30cm 的细线做摆线；

B. 直径为 1.8cm 的塑料球和铁球，选用铁球做摆球；

C. 如图甲、乙，摆线上端的两种悬挂方式，选甲方式悬挂；

D. 当单摆经过平衡位置时开始计时，50 次经过平衡位置后停止计时，用此时间除以 50 做为单摆振动的周期

(2) 若用游标卡尺测得小球的直径 $d =$ _____ mm

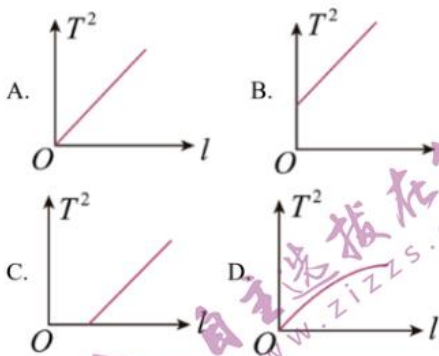


(3) 若测出单摆的周期 T 、摆线长 l ，则当地的重力加速度 $g =$ _____（用测出的物理量表示）；

(4) 某同学用一个铁锁代替小球做实验。只改变摆线的长度 l ，测量了摆线长度分别为 l_1 和 l_2 时单摆的周期

T_1 和 T_2 ，则可得重力加速度 $g =$ _____（用测出的物理量表示）；该同学测量了多组实验数据做出了 $T^2 - l$

图像，该图像对应下面的_____图。



【答案】①. B ②. 19.90 ③. $\frac{2\pi^2(2l+d)}{T^2}$ ④. $\frac{4\pi^2(l_1-l_2)}{T_1^2-T_2^2}$ ⑤. B

【解析】

【详解】(1) [1]A. 用单摆测量重力加速度，为了使得单摆运动近似为简谐运动，摆线应适当长一些，即



1m 和 30cm 长度不同的同种细线，选用 1m 的细线做摆线，故 A 错误；

B. 为了减小实验中空气阻力引起的误差，实验中应选择质量大，体积小的球体，即直径为 1.8cm 的塑料球和铁球，选用铁球做摆球。故 B 正确；

C. 图甲中摆线缠绕在水平杆上，摆动过程中，摆线的长度不断发生变化，实验误差较大；图乙中，摆线用铁夹子夹住，摆长不变，可知如图甲、乙，摆线上端的两种悬挂方式，选乙方式悬挂，故 C 错误；

D. 单摆在平衡位置，即最低点速度最大，便于确定，因此在单摆经过平衡位置时开始计时，若 50 次经过平衡位置后停止计时，因此每经过平衡位置一次经历时间为半个周期，则用此时间除以 25 做为单摆振动的周期，故 D 错误。

故选 B。

(2) [2]根据游标卡尺的读数规律，该读数为

$$19 + 0.05 \times 18 \text{mm} = 19.90 \text{mm}$$

(3) [3]由于摆线长 l ，则摆长为

$$L = l + \frac{d}{2}$$

根据

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

解得

$$g = \frac{2\pi^2 (2l + d)}{T^2}$$

(4) [4]摆长为摆线长与铁锁重心到摆线与铁锁节点间距 x_0 之和，则有

$$L_1 = l_1 + x_0, \quad L_2 = l_2 + x_0$$

根据周期公式有

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{L_1}{g}}, \quad T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{L_2}{g}}$$

解得

$$g = \frac{4\pi^2 (l_1 - l_2)}{T_1^2 - T_2^2}$$

[5]根据上述有

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l + x_0}{g}}$$

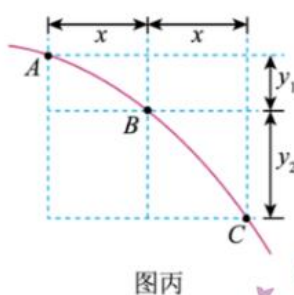
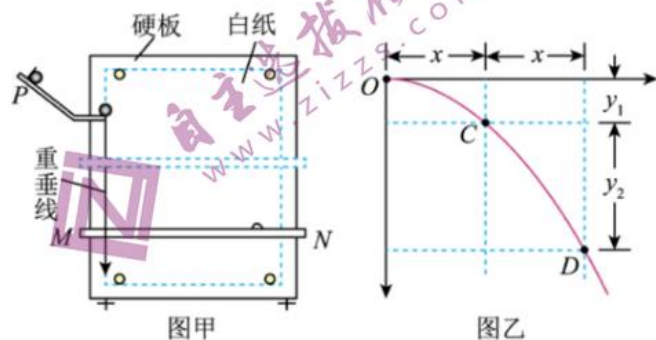
解得

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g}l + \frac{4\pi^2 x_0}{g}$$

可知, $T^2 - l$ 是一条纵轴截距为正值, 斜率也为正值的倾斜直线, 即第二个图像符合要求。

故选 B。

12. 用如图甲所示的装置研究平抛运动。将白纸和复写纸对齐重叠并固定在硬板上、钢球沿斜槽轨道 PQ 滑下后从 Q 点飞出, 落在水平挡板 MN 上、由于挡板靠近硬板一侧较低, 钢球落在挡板上时, 钢球侧面会在白纸上挤压出一个痕迹点, 在如图乙所示的白纸上建立以抛出点为坐标原点、水平方向为 x 轴、竖直方向为 y 轴的坐标系。



(1) 以下是实验过程中的一些做法, 其中合理的是_____。

- A. 安装斜槽轨道, 使其末端保持水平
- B. 每次小球释放的初始位置可以任意选择
- C. 实验时应先确定 x 轴再确定 y 轴
- D. 为描出小球的运动轨迹, 描绘的点可以用折线连接

(2) 如图乙所示, 根据印迹描出平抛运动的轨迹。在轨迹上取 C 、 D 两点, OC 与 CD 的水平间距相等且均为 x , 测得 OC 与 CD 的竖直间距分别是 y_1 和 y_2 ; 重复上述步骤, 测得多组数据, 计算发现始终满足

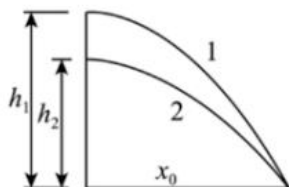
$\frac{y_1}{y_2} = \frac{1}{3}$, 由此可初步得出结论: 平抛运动的水平分运动是匀速直线运动。

(3) 如图丙所示, 若实验过程中遗漏记录平抛轨迹的起始点, 也可按下述方法处理数据: 在轨迹上取 A 、 B 、 C 三点, AB 和 BC 的水平间距相等且均为 x , 测得 AB 和 BC 的竖直间距分别是 y_1 和 y_2 , 可求得钢球平抛的初速度大小为_____, B 点距离抛出点的高度差为_____。(已知当地重力加速度为 g , 结果用 y_1 、 y_2 、 x 表示)

(4) 某实验小组上下移动坐标纸, 分别从不同位置静止释放小球, 发现两球轨迹 1、2 相交于一点, 如题



图丁所示，两球交点距抛出点的高度差分别为 h_1 、 h_2 ，水平位移为 x_0 ，通过理论推导发现，要使两球在交点处的速率相等，则 h_1 、 h_2 和 x_0 须满足的关系式为_____。（结果用 h_1 、 h_2 和 x_0 表示）



图丁

- 【答案】 ①. A ②. $\frac{1}{3}$ ③. $x_0 \sqrt{\frac{g}{y_2 - y_1}}$ ④. $\frac{(y_1 + y_2)^2}{8(y_2 - y_1)}$ ⑤. $4h_1h_2 = x_0^2$

【解析】

【详解】（1）[1]A. 为了保证小球抛出后做平抛运动，安装斜槽轨道，使其末端保持水平，A 正确；

B. 为了保证每次小球抛出的初速度相同，每次小球必须在同一位置静止释放，B 错误；

C. 应先利用重锤线确定 y 轴再确定 x 轴，C 错误；

D. 为描出小球的运动轨迹，应用平滑的曲线将描绘的点连接起来，D 错误。

故选 A。

（2）[2]在轨迹上取 C、D 两点，OC 与 CD 的水平间距相等且均为 x，测得 OC 与 CD 的竖直间距分别是 y_1 和 y_2 ；若平抛运动的水平分运动是匀速直线运动，则 OC 与 CD 所用时间相等，设为 t，则有

$$y_1 = \frac{1}{2}gt^2$$

$$y_1 + y_2 = \frac{1}{2}g(2t)^2$$

可得

$$y_2 = \frac{3}{2}gt^2$$

则有

$$\frac{y_1}{y_2} = \frac{1}{3}$$

（3）[3]在轨迹上取 A、B、C 三点，AB 和 BC 的水平间距相等且均为 x，测得 AB 和 BC 的竖直间距分别是 y_1 和 y_2 ，可知 AB 和 BC 所用时间相等，设为 T，竖直方向根据

$$\Delta y = gT^2$$

解得

$$T = \sqrt{\frac{\Delta y}{g}} = \sqrt{\frac{y_2 - y_1}{g}}$$

水平方向有

$$x = v_0 T$$

可得钢球平抛的初速度大小为

$$v_0 = \frac{x}{T} = x \sqrt{\frac{g}{y_2 - y_1}}$$

[4] B 点的竖直分速度为

$$v_{By} = \frac{y_{AC}}{2T} = \frac{y_1 + y_2}{2T} = \frac{y_1 + y_2}{2} \cdot \sqrt{\frac{g}{y_2 - y_1}}$$

则 B 点距离抛出点的高度差为

$$h = \frac{v_{By}^2}{2g} = \frac{(y_1 + y_2)^2}{8(y_2 - y_1)}$$

(4) [5] 设轨迹 1、2 的初速度分别为 v_{01} 和 v_{02} ，对于轨迹 1 有

$$h_1 = \frac{1}{2} g t_1^2, \quad x_0 = v_{01} t_1$$

可得

$$v_{01} = x_0 \sqrt{\frac{g}{2h_1}}$$

轨迹 1 在交点处的竖直分速度为

$$v_{y1} = \sqrt{2gh_1}$$

则轨迹 1 在交点处的速度为

$$v_1 = \sqrt{v_{01}^2 + v_{y1}^2} = \sqrt{x_0^2 \cdot \frac{g}{2h_1} + 2gh_1}$$

对于轨迹 2 有

$$h_2 = \frac{1}{2} g t_2^2, \quad x_0 = v_{02} t_2$$

可得

$$v_{02} = x_0 \sqrt{\frac{g}{2h_2}}$$

轨迹 2 在交点处的竖直分速度为

$$v_{y2} = \sqrt{2gh_2}$$

则轨迹 2 在交点处的速度为

$$v_2 = \sqrt{v_{02}^2 + v_{y2}^2} = \sqrt{x_0^2 \cdot \frac{g}{2h_2} + 2gh_2}$$

为了使两球在交点处的速率相等，则有

$$v_1 = \sqrt{x_0^2 \cdot \frac{g}{2h_1} + 2gh_1} = v_2 = \sqrt{x_0^2 \cdot \frac{g}{2h_2} + 2gh_2}$$

可得

$$4h_1h_2 = x_0^2$$

四、计算题（本大题共 3 小题，共 43.0 分）

13. 在研究物理学问题时，为了更好地揭示和理解物理现象背后的规律，我们需要对研究对象进行一定的概括和抽象，抓住主要矛盾、忽略次要因素，建构物理模型。谐振子模型是物理学中在研究振动问题时所涉及的一个重要模型。

（1）如图 1 所示，在光滑水平面上两个物块 A 与 B 由弹簧连接（弹簧与 A、B 不分开）构成一个谐振子。初始时弹簧被压缩，同时释放 A、B，此后 A 的 $v-t$ 图像如图 2 所示（规定向右为正方向）。已知 $m_A=0.1\text{kg}$ ， $m_B=0.2\text{kg}$ ，弹簧质量不计。

a. 在图 2 中画出 B 物块的 $v-t$ 图像；

b. 求初始时弹簧的弹性势能 E_p 。

（2）双原子分子中两原子在其平衡位置附近振动时，这一系统可近似看作谐振子，其运动规律与（1）的情境相似。已知，两原子之间的势能 E_p 随距离 r 变化的规律如图 4 所示，在 $r=r_0$ 点附近 E_p 随 r 变化的规律可近似写作 $E_p = E_{p0} + \frac{k}{2}(r-r_0)^2$ ，式中 E_{p0} 和 k 均为常量。假设原子 A 固定不动，原子 B 振动的范围为

$r_0 - a \leq r \leq r_0 + a$ ，其中 a 远小于 r_0 ，请画出原子 B 在上述区间振动过程中受力随距离 r 变化的图线，并求出振动过程中这个双原子系统的动能的最大值。

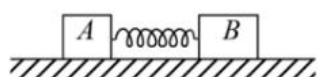


图1

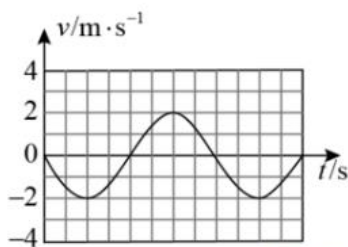


图2

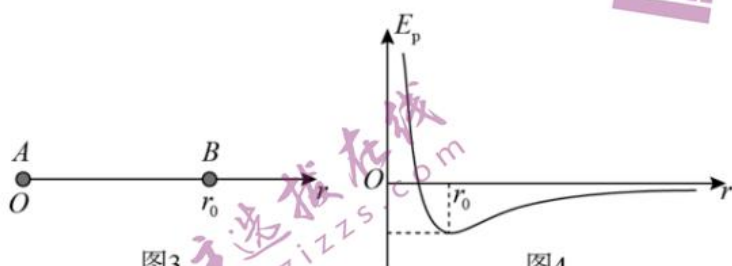
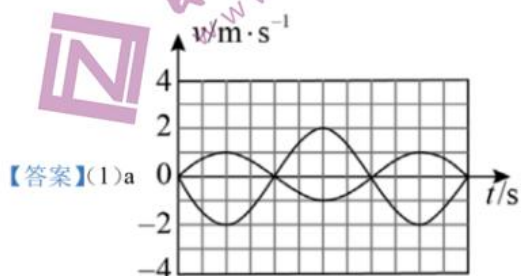
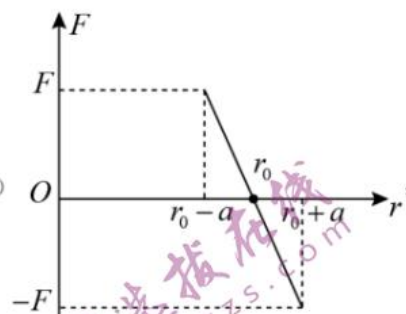


图3

图4



答图2



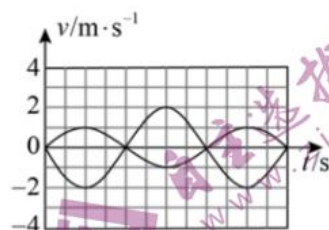
答图3

$$E_{k1} = \frac{1}{2}ka^2$$

【解析】

【分析】

【详解】(1) a. 如答图 2 所示



答图2

b. 由图像可知，当 $v_A = -2\text{m/s}$ 时弹簧恢复到原长，根据动量守恒定律

$$0 = m_A v_A + m_B v_B$$

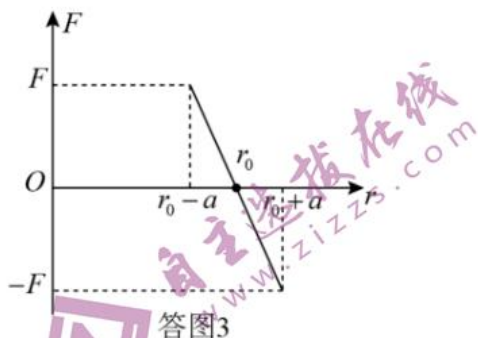
可得, 此时

$$v_B = 1 \text{ m/s}$$

根据机械能守恒定律

$$E_p = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 = 0.3 \text{ J}$$

(2) 原子 B 振动过程中受力随距离变化的图线如答图 3 所示



由题意可知, 原子 B 处于 $r_1 = r_0$ 处时, 系统的动能为最大值, 设为 E_{k1} , 系统的势能为最小值, 为

$$E_{p1} = E_{p0} + \frac{k}{2} (r_1 - r_0)^2 = E_{p0}$$

原子 B 处于 $r_2 = r_0 - a$ 处时, 系统的动能为 0, 系统的势能为最大值, 为

$$E_{p2} = E_{p0} + \frac{k}{2} (r_2 - r_0)^2 = E_{p0} + \frac{1}{2} ka^2$$

根据能量守恒定律可得

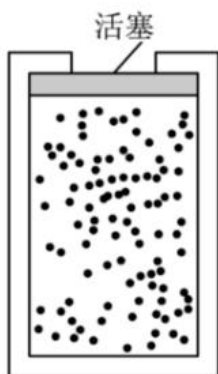
$$E_{p1} + E_{k1} = E_{p2} + 0$$

解得

$$E_{k1} = \frac{1}{2} ka^2$$

14. 如图, 体积为 V 、内壁光滑的圆柱形导热汽缸顶部有一质量和厚度均可忽略的活塞; 汽缸内密封有温度为 $2.4T_0$ 、压强为 $1.2p_0$ 的理想气体, p_0 和 T_0 分别为大气的压强和温度, 已知: 气体内能 U 与温度 T 的关系为 $U = \alpha T$, α 为正的常量; 容器内气体的所有变化过程都是缓慢的, 求:

- (1) 汽缸内气体与大气达到平衡时的体积 V_1 ;
- (2) 在活塞下降过程中, 汽缸内气体放出的热量 Q 。



【答案】(1) $V_1 = \frac{1}{2}V$; (2) $Q = \frac{1}{2}P_0V + \alpha T_0$

【解析】

【详解】(1) 由理想气体状态方程得

$$\frac{1.2P_0V}{2.4T_0} = \frac{P_0V_1}{T_0}$$

解得

$$V_1 = \frac{1}{2}V$$

(2) 在活塞下降过程中，活塞对气体做的功为

$$W = P_0(V - V_1)$$

活塞刚要下降时，由理想气体状态方程得

$$\frac{1.2P_0V}{2.4T_0} = \frac{P_0V}{T_1}$$

解得

$$T_1 = 2T_0$$

在这一过程中，气体内能的变化量为

$$\Delta U = \alpha(T_0 - T_1)$$

由热力学第一定律得

$$\Delta U = W + Q$$

解得

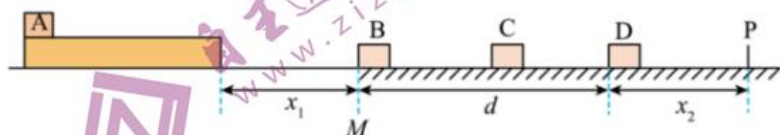
$$Q = \frac{1}{2}P_0V + \alpha T_0$$

15. 如图所示，水平地面 M 点左侧光滑，右侧粗糙且动摩擦因数为 μ ，在 M 点左侧某位置放置质量为 m



的长木板，质量为 $3m$ 的滑块 A 置于长木板的左端，A 与长木板之间的动摩擦因数也为 μ ，在 M 点右侧依次放置质量均为 $2m$ 的滑块 B、C、D，现使滑块 A 瞬间获得向右的初速度 v_0 ，当 A 与长木板刚达到共速时，长木板恰好与滑块 B 在 M 点发生弹性碰撞，碰后立即将长木板和滑块 A 撤走，滑块 B 继续向前滑行并和前方静止的 C 发生弹性碰撞，B、C 碰后 C 继续向前滑行并与前方静止的 D 发生弹性碰撞，最终滑块 D 停在水平面上的 P 点，已知开始时滑块 B、D 间的距离为 d ，重力加速度为 g ，滑块 A、B、C、D 均可看成质点且所有弹性碰撞时间极短，求

- (1) 开始时，长木板右端与滑块 B 之间的距离 x_1 ；
- (2) 长木板与 B 碰后瞬间 B 的速度 v_B ；
- (3) 滑块 D 最终停止的位置 P 与 D 开始静止时的距离 x_2 。



【答案】(1) $x_1 = \frac{3v_0^2}{32\mu g}$ ；(2) $v_B = \frac{v_0}{2}$ ；(3) $x_2 = \frac{v_0^2}{8\mu g} - d$

【解析】

【详解】(1) A 在长木板上滑行，当 A 与长木板刚达到共速时，长木板恰好与滑块 B 在 M 点发生弹性碰撞，由于 M 点左侧光滑，可知 A 与长木板组成系统满足动量守恒，则有

$$3mv_0 = (3m + m)v$$

解得

$$v = \frac{3}{4}v_0$$

以长木板为对象，根据动能定理可得

$$\mu \cdot 3mgx_1 = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$

解得长木板右端与滑块 B 之间的距离为

$$x_1 = \frac{3v_0^2}{32\mu g}$$

(2) 长木板与 B 发生弹性碰撞，根据动量守恒和机械能守恒可得

$$mv = mv_1 + 2mv_B$$



$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2} \times 2mv_B^2$$

解得长木板与 B 碰后瞬间 B 的速度为

$$v_B = \frac{v_0}{2}$$

(3) 设 B 与 C 碰撞前瞬间的速度为 v'_B ，B 与 C 发生弹性碰撞，根据动量守恒和机械能守恒可得

$$2mv'_B = 2mv_B'' + 2mv_C$$

$$\frac{1}{2} \times 2mv_B'^2 = \frac{1}{2} \times 2mv_B''^2 + \frac{1}{2} \times 2mv_C^2$$

解得

$$v_B'' = 0, \quad v_C = v'_B$$

可知发生弹性碰撞后 B 与 C 速度发生交换，同理可知发生弹性碰撞后 C 与 D 速度发生交换，则根据能量守恒可得

$$\frac{1}{2} \times 2mv_B^2 = Q = \mu \cdot 2mg(d + x_2)$$

解得

$$x_2 = \frac{v_0^2}{8\mu g} - d$$

关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（网址：www.zizzs.com）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国90%以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信号：**zizzsw**。



微信搜一搜

自主选拔在线