

2021年山东省普通高中学业水平等级考试 物 理

注意事项:

1. 答卷前,考生务必将自己的姓名、考生号等填写在答题卡和试卷指定位置。
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑;若改动,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,写在本试卷上无效。
3. 考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

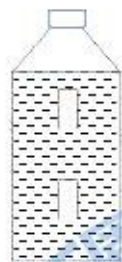
一、单项选择题:本题共8小题,每小题3分,共24分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 在测定年代较远的湖泊沉积物形成年份时,常利用沉积物中半衰期较短的 ^{210}Pb ,其衰变方程为 $^{210}\text{Pb} \rightarrow ^{210}\text{Bi} + X$,以下说法正确的是

- A. 衰变方程中的X是电子
- B. 升高温度可以加快 ^{210}Pb 的衰变
- C. ^{210}Pb 与 ^{210}Bi 的质量差等于衰变的质量亏损
- D. 方程中的X来自于 ^{210}Pb 内的质子向中子的转化

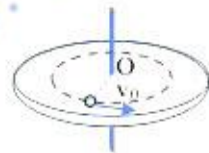
2. 如图所示,密封的矿泉水瓶中,距离瓶口越近水的温度越高。一开口向下、导热良好的小瓶置于矿泉水瓶中,小瓶中封闭一段空气,挤压矿泉水瓶,小瓶下沉到底部;松开后,小瓶缓慢上浮,上浮过程中,小瓶内气体

- A. 内能减少
- B. 对外界做正功
- C. 增加的内能大于吸收的热量
- D. 增加的内能等于吸收的热量



3. 如图所示,粗糙程度处处相同的水平桌面上有一长为L的轻质细杆,一端可绕竖直光滑轴O转动,另一端与质量为m的小木块相连。木块以水平初速度 v_0 出发,恰好能完成一个完整的圆周运动。在运动过程中,木块所受摩擦力的大小为

- A. $\frac{mv_0^2}{2\pi L}$
- B. $\frac{mv_0^2}{4\pi L}$
- C. $\frac{mv_0^2}{8\pi L}$
- D. $\frac{mv_0^2}{16\pi L}$



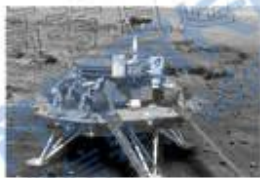
4. 血压仪由加压气囊、臂带、压强计等构成, 如图所示。加压气囊可将外界空气充入臂带, 压强计示数为臂带内气体的压强高于大气压强的数值。充气前臂带内气体压强为大气压强, 体积为 V ; 每次挤压气囊都能将 60cm^3 的外界空气充入臂带中, 经 5 次充气后, 臂带内气体体积变为 $5V$, 压强计示数为 150mmHg 。已知大气压强等于 750mmHg , 气体温度不变, 忽略细管和压强计内的气体体积, 则 V 等于

- A. 30cm^3
- B. 40cm^3
- C. 50cm^3
- D. 60cm^3



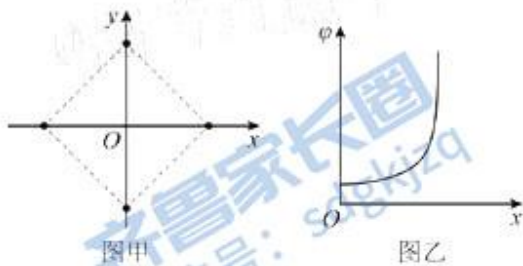
5. 从“玉兔”登月到“祝融”探火, 我国星际探测事业实现了由地月系到行星际的跨越。已知火星的质量约为月球的 9 倍, 半径约为月球的 2 倍; “祝融”火星车的质量约为“玉兔”月球车的 2 倍。在着陆前, “祝融”和“玉兔”都会经历一个由着陆平台支撑的悬停过程。悬停时, “祝融”与“玉兔”所受着陆平台的作用力大小之比为

- A. 9: 1
- B. 9: 2
- C. 36: 1
- D. 72: 1



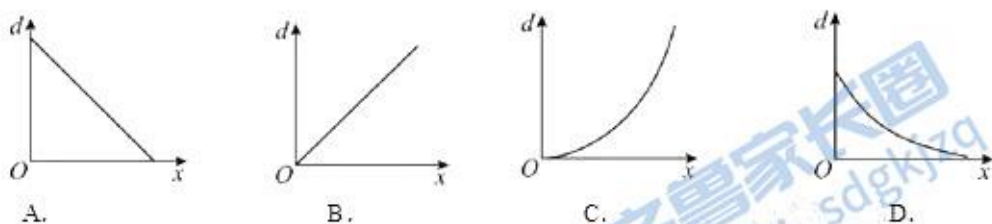
6. 如图甲所示, 边长为 a 的正方形, 四个顶点上分别固定一个电荷量为 $+q$ 的点荷; 在 $(0 \leq x < \frac{\sqrt{2}}{2}a)$ 区间, x 轴上电势 ϕ 变化由线图之所示。现将电荷量 $-Q$ 的点电荷 P 置于正方形的中心 O 点, 此时每个点电荷所受库仑力的合力均为零。若将 P 沿 x 轴向右略微移动后, 由静止释放, 以下判断正确的是

- A. $Q = \frac{\sqrt{2}+1}{2}q$, 释放后 P 将向右运动
- B. $Q = \frac{\sqrt{2}+1}{2}q$, 释放后 P 将向左运动
- C. $Q = \frac{2\sqrt{2}+1}{4}q$, 释放后 P 将向右运动
- D. $Q = \frac{2\sqrt{2}+1}{4}q$, 释放后 P 将向左运动



7. 用平行单色光垂直照射一层透明薄膜, 观察到如图所示明暗相间的干涉条纹。下列关于该区域薄膜厚度 d 随坐标 x 的变化图像, 可能正确的是





8. 迷你系绳卫星在地球赤道正上方的电离层中, 沿圆形轨道绕地飞行。系绳卫星由两子卫星组成, 它们之间的导体绳沿地球半径方向, 如图所示。在电池和感应电动势的共同作用下, 导体绳中形成指向地心的电流, 等效总电阻为 r , 导体绳所受的安培力克服大小为 f 的环境阻力, 可使卫星保持在原轨道上知卫星离地平均高度为 H , 导体绳长为 $L(L \ll H)$, 地球半径为 R , 质量为 M , 轨道处磁感应强度大小为 B , 方向垂直赤道平面。忽略地球自转的影响据此可得, 电池电动势为

- A. $BL\sqrt{\frac{GM}{R+H}} + \frac{fr}{BL}$
- B. $BL\sqrt{\frac{GM}{R+H}} - \frac{fr}{BL}$
- C. $BL\sqrt{\frac{GM}{R+H}} + \frac{BL}{fr}$
- D. $BL\sqrt{\frac{GM}{R+H}} - \frac{BL}{fr}$



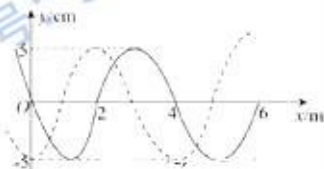
二、多项选择题: 本题共 4 小题, 每小题 4 分, 共 16 分。每小题有多个选项符合题目要求。全部选对得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分。

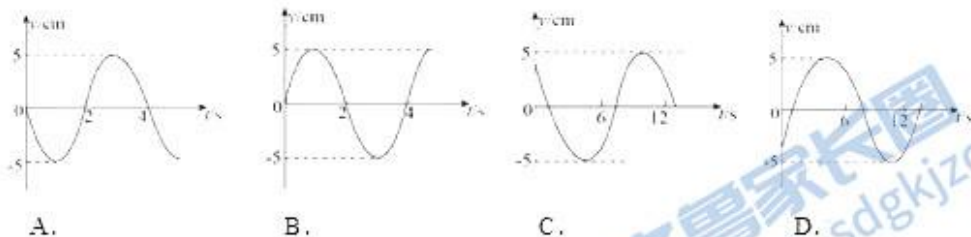
9. 输电能耗演示电路如图所示。左侧变压器原、副线圈匝数比为 1: 3, 输入电压为 7.5V 的正弦交流电。连接两理想变压器的导线总电阻为 r , 负载 R 的阻值为 10Ω 。开关 S 接 1 时, 右侧变压器原、副线圈匝数比为 2: 1, R 上的功率为 10W; 接 2 时, 匝数比为 1: 2, R 上的功率为 P 。以下判断正确的是



- A. $r = 10\Omega$
- B. $r = 5\Omega$
- C. $P = 45W$
- D. $P = 22.5W$

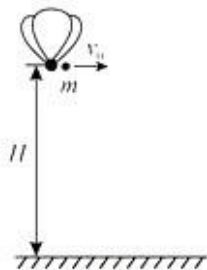
10. 一列简谐横波沿 x 轴传播, 如图所示, 实线为 $t_1=2s$ 时的波形图, 虚线为 $t_2=5s$ 时的波形图。以下关于平衡位置在 O 处质点的振动图像, 可能正确的是





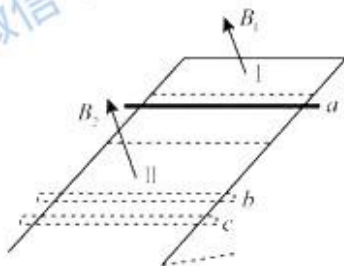
11. 如图所示, 载有物资的热气球静止于距水平地面 H 的高处, 现将质量为 m 的物资以相对地面的速度水平投出, 落地时物资与热气球的距离为 d 。已知投出物资后热气球的总质量为 M , 所受浮力不变。重力加速度为 g , 不计阻力。以下判断正确的是

- A. 投出物资后热气球做匀加速直线运动
- B. 投出物资后热气球所受合力大小为 mg
- C. $d = \left(1 + \frac{m}{M}\right) \sqrt{\frac{2Hv_0^2}{g} + H^2}$
- D. $d = \sqrt{\frac{2Hv_0^2}{g} + \left(1 + \frac{m}{M}\right)^2 H^2}$



12. 如图所示, 电阻不计的光滑 U 形金属导轨固定在绝缘斜面上。区域 I、II 中磁场方向均垂直斜面向上, I 区中磁感应强度随时间均匀增加, II 区中为匀强磁场。阻值恒定的金属棒从无磁场区域中 a 处由静止释放, 进入 I 区后, 经 b 下行至 c 处反向上行。运动过程中金属棒始终垂直导轨且接触良好。在第一次下行和上行的过程中, 以下叙述正确的是

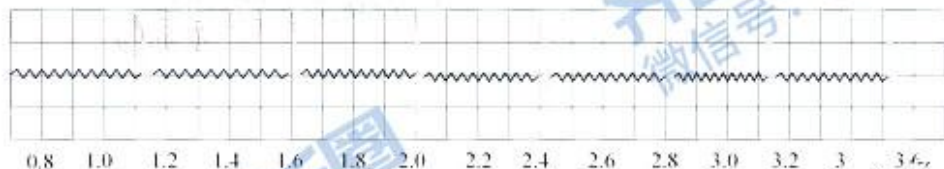
- A. 金属棒下行过 b 时的速度大于上行过 b 时的速度
- B. 金属棒下行过 b 时的加速度大于上行过 b 时的加速度
- C. 金属棒不能回到无磁场区
- D. 金属棒能回到无磁场区, 但不能回到 a 处



三、非选择题: 本题共 6 小题, 共 60 分。

13. (6 分) 某乒乓球爱好者, 利用手机研究乒乓球与球台碰撞过程中能量损失的情况。实验步骤如下:

- ① 固定好手机, 打开录音功能;
- ② 从一定高度由静止释放乒乓球;
- ③ 手机记录下乒乓球与台面碰撞的声音, 其随时间(单位: s)的变化图像如图所示。



根据声音图像记录的碰撞次序及相应碰撞时刻,如下表所示:

碰撞次序	1	2	3	4	5	6	7
碰撞时刻(s)	1.12	1.58	2.00	2.40	2.78	3.14	3.47

根据实验数据回答下列问题:

- 利用碰撞时间间隔,计算出第3次碰撞后乒乓球的弹起高度为_____m(保2位有效数字,当地重力加速度 $g=9.80\text{m/s}^2$)
- 设碰撞后弹起瞬间与该次碰撞前瞬间速度大小的比值为 k ,则每次碰撞损失的动能为碰撞前动能的倍_____(用 k 表示)第3次碰撞过程中 $k=_____$ (保留2位有效数字)
- 由于存在空气阻力,第(1)问中计算的弹起高度_____(填“高于”或“低于”)实际弹起高度。

14. (8分)热敏电阻是传感器中经常使用的元件,某学习小组要正究一热敏电阻的阻值随温度变化的规律。可供选择的器材有:

待测热敏电阻 R_T (实验温度范围内,阻值约几百欧到几千欧);

电源 E (电动势 1.5V,内阻 r 约为 0.5Ω);

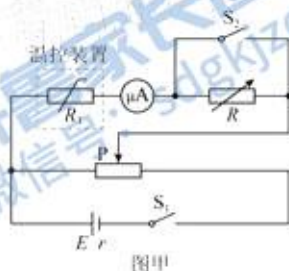
电阻箱 R (阻值范围 $0-9999.99\Omega$);

滑动变阻器 R_1 (最大阻值 20Ω);

滑动变阻器 R_2 (最大阻值 2000Ω);

微安表(量程 $100\mu\text{A}$,内阻等于 2500Ω);

开关两个,温控装置一套,导线若干。



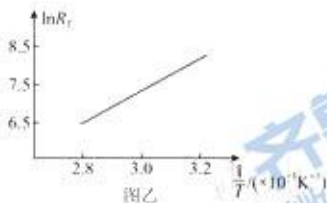
同学们设计了如图甲所示的测量电路,主要实验步骤如下:

- 按图示连接电路;
- 闭合 S_1 、 S_2 ,调节滑动变阻器滑片 P 的位置,使微安表指针满偏;
- 保持滑动变阻器滑片 P 的位置不变,断开 S_2 ,调节电阻箱,使微安表指针半偏;
- 记录此时的温度和电阻箱的阻值。

回答下列问题:

- 为了更准确地测量热敏电阻的阻值,滑动变阻器应选用_____(填“ R_1 ”或“ R_2 ”)。
- 请用笔画线代替导线,在答题卡上将实物图(不含温控装置)连接成完整电路。
- 某温度下微安表半偏时,电阻箱的读数为 6000.00Ω ,该温度下热敏电阻的测量值_____(填“大于”或“小于”)真实值。

(4)多次实验后,学习小组绘制了如图乙所示的图像。由图像可知,该热敏电阻的阻值随温度的升高逐渐_____ (填“增大”或“减小”)。

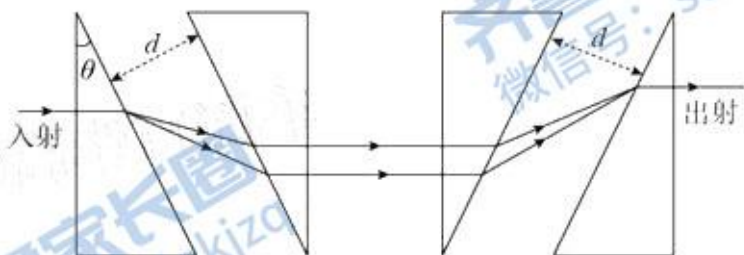


15. (7分)超强超短光脉冲产生方法曾获诺贝尔物理学奖,其中用到的一种脉冲激光展宽器截面如图所示。在空气中对称放置四个相同的直角三棱镜,顶角为 θ 。一细束脉冲激光垂直第一个棱镜左侧面入射,经过前两个棱镜后分为平行的光束,再经过后两个棱镜重新合成为一束,此时不同频率的光前后分开,完成脉冲展宽。已知相邻两棱镜斜面间的距离 $d=100.0\text{mm}$,脉冲激光中包含两种频率的光,它们在棱镜中的折射率分别为

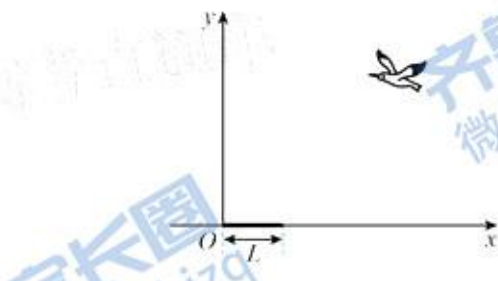
$$n_1 = \sqrt{2} \text{ 和 } n_2 = \frac{\sqrt{31}}{4}。 \text{ 取 } \sin 37^\circ = \frac{3}{5}, \cos 37^\circ = \frac{4}{5}, \frac{5}{\sqrt{7}} = 1.890。$$

(1)为使两种频率的光都能从左侧第一个棱镜斜面射出,求 Q 的取值范围;

(2)若 $\theta = 37^\circ$,求两种频率的光通过整个展宽器的过程中,在空气中的路程差 ΔL (保留3位有效数字)



16. 海鸥捕到外壳坚硬的鸟蛤(贝类动物)后,有时会飞到空中将它丢下,利用的冲击打碎硬壳。一只海鸥叼着质量 $m=0.1\text{kg}$ 的鸟蛤,在 $h=20\text{m}$ 的高度、以 $v_0=15\text{m/s}$ 的水平速度飞行时,松开嘴巴让鸟蛤落到水平地面上,取重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$,忽略空气阻力。



(1)若鸟蛤与地面的碰撞时间 $\Delta t=0.005\text{s}$,弹起速度可忽略,求碰撞过程中鸟蛤受到的平均作用力的大小 F ; (碰撞过程中不计重力)

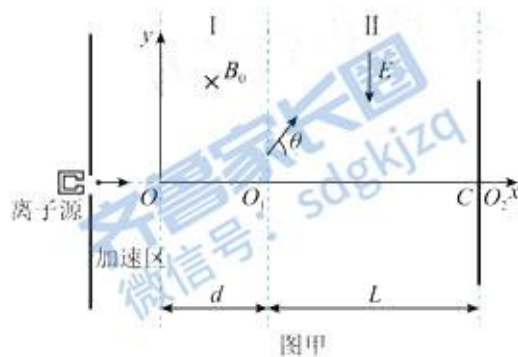
(2)在海鸥飞行方向正下方的地面上,有一与地面平齐、长度 $L=6\text{m}$ 的岩石,以岩石左端为坐标原点,建立如图所示坐标系.若海鸥水平飞行的高度仍为 20m ,速度大小在 $15\text{m/s}\sim 17\text{m/s}$ 之间,为保证鸟蛤一定能落到岩石上,求释放鸟蛤位置的 x 坐标范围.

17. (14分)某离子束实验装置的基本原理如图甲所示. I区宽度为 d ,左边界与 x 轴垂直交于坐标原点 O ,其内充满垂直于 xOy 平面向里的匀强磁场,磁感应强度大小为 B_0 ; II区宽度为 L ,左边界与 x 轴垂直交于 O_1 点,右边界与 x 轴垂直交于 O_2 点,其内充满沿 y 轴负方向的匀强电场.测试板垂直 x 轴置于II区右边界,其中心 C 与 O_2 点重合.从离子源不断飘出电荷量为 q 质量为 m 的正离子,加速后沿 x 轴正方向过 O 点,依次经I区、II区,恰好到达测试板中心 C .已知离子刚进入II区时速度方向与 x 轴正方向的夹角为 θ .忽略离子间的相互作用不计重力.

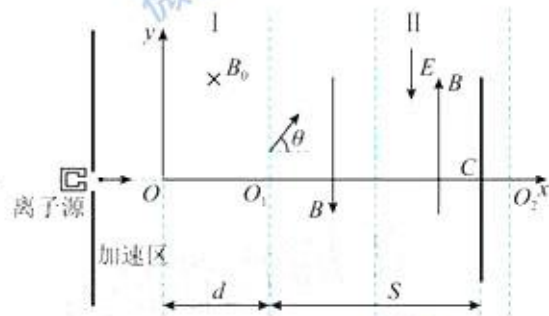
(1)求离子在I区中运动时速度的大小 v ;

(2)求II区内电场强度的大小 E ;

(3)保持上述条件不变,将II区分为左右两部分,分别填充磁感应强度大小均为 B (数值未知)、方向相反且平行 y 轴的匀强磁场,如图乙所示.为使离子的运动轨迹与测试板相切于 C 点,需沿 x 轴移动测试板,求移动后 C 到 O_1 的距离 S .



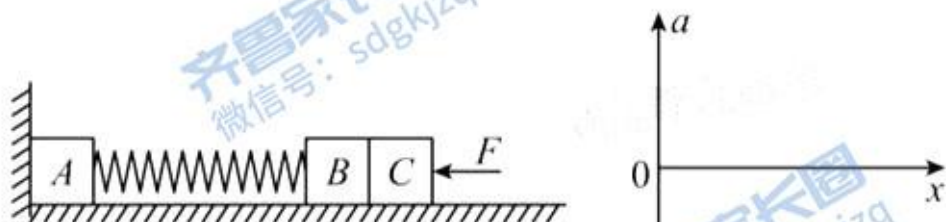
图甲



图乙

18. (16分)如图所示,三个质量均为 m 的小物块 A、B、C,放置在水平地面上 A 紧靠竖直墙壁,一劲度系数为 k 的轻弹簧将 A、B 连接, C 紧靠 B; 开始时弹簧处于原长, A、B、C 均静止。现给 C 施加一水平向左、大小为 F 的恒力,使 B、C 一起向左运动,当速度为零时,立即撤去恒力,一段时间后 A 离开墙壁,最终三物块都停止运动。已知 A、B、C 与地面间的滑动摩擦力大小均为 f ,最大静摩擦力等于滑动摩擦力,弹簧始终在弹性限度内。(弹簧的弹性势能可表示为: $E_p = \frac{1}{2}kx^2$, k 为弹簧的劲度系数, x 为弹簧的形变量)

- (1)求 BC 向左移动的最大距离 x_0 和 B、C 分离时 B 的动能 E_k ;
- (2)为保证 A 能离开墙壁求恒力的最小值 F_{\min} ;
- (3)若三物块都停止时 BC 间的距离为 x_{BC} , 从 B、C 分离到 B 停止运动的整个过程, B 克服弹簧弹力做的功为 W , 通过推导比较 W 与 fx_{BC} 的大小;
- (4)若 $F=5f$, 请在所给坐标系(见答题卡)中, 画出 C 向右运动过程中加速度 a 随位移 x 变化的图像, 并在坐标轴上标出开始运动和停止运动时的 a 、 x 值(用 f 、 m 表示), 不要求推导过程。以撤去 F 时 C 的位置为坐标原点, 水平向右为正方向。



山东省 2021 年普通高中学业水平等级考试 物理试题参考答案

一、单项选择题

1. A 2. B 3. B 4. D 5. B 6. C 7. D 8. A

二、多项选择题

9. BD 10. AC 11. BC 12. ABD

三、非选择题

13.

(1) 0, 20

(2) $1 - k^2$, 0, 95

(3) 高于

14.

(1) R_1

(2) 如图所示

(3) 3500, 大于

(4) 减小

15.

解: (1) 设 C 是全反射的临界角, 光线在第一个三棱镜右侧斜面上恰好发生全反射时, 根据折射定律得

$$\sin C = \frac{1}{n} \quad \text{①}$$

代入较大的折射率得

$$C = 45^\circ \quad \text{②}$$

所以顶角 θ 的范围

$$0 < \theta < 45^\circ \text{ (或 } \theta < 45^\circ \text{)} \quad \text{③}$$

(2) 脉冲激光从第一个三棱镜右侧斜面射出时发生折射, 设折射角分别为 α_1 和 α_2 , 由折射定律得

$$n_1 = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \theta} \quad \text{④}$$

$$n_2 = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \theta} \quad \text{⑤}$$

设两束光在前两个三棱镜之间的路程分别为 L_1 和 L_2 , 则

$$L_1 = \frac{d}{\cos \alpha_1} \quad \text{⑥}$$

$$L_2 = \frac{d}{\cos \alpha_2} \quad \text{⑦}$$

$$\Delta = 2(L_1 - L_2) \quad \text{⑧}$$

联立④⑤⑥⑦⑧式, 代入数据得

$$\Delta L = 14.4 \text{ mm} \quad \text{⑨}$$

16. 解: (1) 设平抛运动的时间为 t , 鸟蛤落地前瞬间的速度大小为 v , 竖直方向分速度大小为 v_y , 根据运动的合成与分解得

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

$$v_y = gt \quad \text{②}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} \quad \text{③}$$

在碰撞过程中, 以鸟蛤为研究对象, 取速度 v 的方向为正方向, 由动量定理得

$$-F\Delta t = 0 - mv \quad \text{④}$$

联立①②③④式, 代入数据得

$$F = 500 \text{ N} \quad \text{⑤}$$

(2) 若释放鸟蛤的初速度为 $v_1 = 15 \text{ m/s}$, 设由岩石左端时, 释放点的 x 坐标为 x_1 , 击中右端时, 释放点的 x 坐标为 x_2 , 得

$$x_1 = v_1 t \quad \text{⑥}$$

$$x_2 = x_1 + L \quad \text{⑦}$$

联立⑥⑦式, 代入数据得

$$x_1 = 30 \text{ m}, x_2 = 36 \text{ m} \quad \text{⑧}$$

若释放鸟蛤的初速度为 $v_2 = 17 \text{ m/s}$, 击中岩石左端时, 释放点的坐标为 x_1' , 击中右端时, 释放点的 x 坐标为 x_2' , 得

$$x_1' = v_2 t \quad \text{⑨}$$

$$x_2' = x_1' + L \quad \text{⑩}$$

联立⑨⑩式, 代入数据得

$$x_1' = 34 \text{ m}, x_2' = 40 \text{ m} \quad \text{⑪}$$

综上得 x 坐标区间

$$[34 \text{ m}, 36 \text{ m}] \text{ 或 } [34 \text{ m}, 40 \text{ m}] \quad \text{⑫}$$

17.

解: (1) 设离子在 I 区内做匀速圆周运动的半径为 r , 由牛顿第二定律得

$$qvB_0 = m \frac{v^2}{r} \quad ①$$

根据几何关系得

$$\sin \theta = \frac{d}{r} \quad ②$$

联立①②式得

$$v = \frac{qB_0 d}{m \sin \theta} \quad ③$$

(2) 离子在 II 区内只受电场力, x 方向做匀速直线运动, y 方向做匀变速直线运动, 设从进入电场到击中测试板中心 C 的时间为 t , y 方向的位移为 y_0 , 加速度大小为 a , 由牛顿第二定律得

$$qE = ma \quad ④$$

由运动的合成与分解得

$$L = vt \cos \theta \quad ⑤$$

$$y_0 = -r(1 - \cos \theta) \quad ⑥$$

$$y_0 = vt \sin \theta - \frac{1}{2} at^2 \quad ⑦$$

联立①②④⑤⑥⑦式得

$$E = \frac{2qB_0^2 d^2}{mL^2 \sin^2 \theta} \left(L \tan \theta + \frac{d}{\sin \theta} - \frac{d}{\tan \theta} \right) \quad ⑧$$

(3) II 区内填充磁场后, 离子在垂直 y 轴的方向做匀速圆周运动, 如图所示, 设左侧部分的圆心角为 α , 圆周运动半径为 r' , 运动轨迹长度为 l' , 由几何关系得

$$\alpha = \frac{\pi}{3} \quad ⑨$$

$$l' = \frac{\alpha}{2\pi} \times 2\pi r' + \frac{\pi + \alpha}{2\pi} \times 2\pi r' \quad ⑩$$

离子在区内的运动时间不变, 故有

$$\frac{l'}{v \cos \theta} = \frac{L}{v \cos \theta} \quad ⑪$$

C 到 O_1 的距离

$$S = 2r' \sin \alpha - r' \quad ⑫$$

联立⑨⑩⑪⑫式得

$$S = \frac{6(\sqrt{3}+1)}{7\pi} L \quad ⑬$$

18. 解: (1)从开始到B、C向左移动到最大距离高的过程,以B、C和弹簧为研究对象,由功能关系得

$$Fx_0 = 2fx_0 + \frac{1}{2}kx_0^2 \quad \text{①}$$

弹簧恢复原长时B、C分离,从弹簧最短到B、C分离,以B、C和弹簧为研究对象,由能量守恒得

$$\frac{1}{2}kx_0^2 = 2fx_0 + 2E_k \quad \text{②}$$

联立①②式得

$$x_0 = \frac{2f-8f}{k} \quad \text{③}$$

$$E_k = \frac{f^2-61f+81^2}{k} \quad \text{④}$$

(2)当A刚要开墙时,设弹簧的伸长量为x,以A为研究对象,由平衡条件得

$$kx = f \quad \text{⑤}$$

若A刚要离开墙壁时B的速度恰好等于零,这种情况下恒力为最小值 F_{\min} ,从弹簧恢复原长到A刚要离开墙的过程中,以B和弹簧为研究对象,由能量守恒得

$$E_k = \frac{1}{2}kx^2 + fx \quad \text{⑥}$$

联立①②③④式得

$$F_{\min} = \left(3 \pm \frac{\sqrt{10}}{2}\right)f \quad \text{⑦}$$

根据题意舍去 $F_{\min} = \left(3 - \frac{\sqrt{10}}{2}\right)f$,得

$$F_{\min} = \left(3 + \frac{\sqrt{10}}{2}\right)f \quad \text{⑧}$$

(3)从B、C分离到B停止运动,设B的路程为 x_B ,C的位移为 x_C ,以B为研究对象,由动能定理得

$$-W - fx_B = 0 - E_k \quad \text{⑨}$$

以C为研究对象,由动能定理得

$$-fx_C = 0 - E_k \quad \text{⑩}$$

由B、C的运动关系得

$$x_B > x_C - x_{BC} \quad \text{⑪}$$

联立⑨⑩⑪式得

$$W < fx_{BC} \quad \text{⑫}$$

(4)

关于我们

齐鲁家长圈系业内权威、行业领先的自主选拔在线旗下子平台，集聚高考领域权威专家，运营团队均有多年高考特招研究经验，熟知山东新高考及特招政策，专为山东学子服务！聚焦山东新高考，提供新高考资讯、新高考政策解读、志愿填报、综合评价、强基计划、专项计划、双高艺体、选科、生涯规划等政策资讯服务，致力于做您的山东高考百科全书。

第一时间获取山东高考升学资讯，关注齐鲁家长圈微信号：sdgkjzq。



微信搜一搜

齐鲁家长圈

打开“微信 / 发现 / 搜一搜”搜索