

按秘密级事项管理★启用前

试卷类型:A

2022 届高三第一学期期末考试

# 物理试题

2022.01

本试卷 8 页。总分 100 分。考试时间 90 分钟。

注意事项:

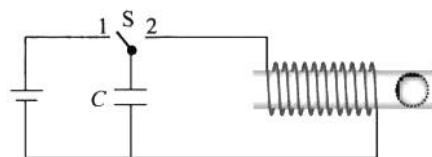
1. 答卷前,考生务必将自己的姓名、考生号等填写在答题卡和试卷指定位置。
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。回答非选择题时,将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
3. 考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

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。

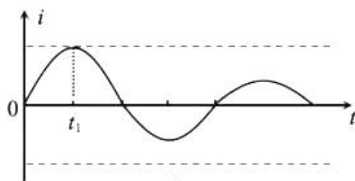
1. “千克”这一基本单位原由国际千克原器来定义。国际千克原器是 1889 年第一届国际计量大会批准制造的,它是一个用铂铱合金制成的圆柱体,高度和直径均为 39 mm,原型保存在巴黎国际计量局。因受空气污染和氧化等因素影响,国际千克原器的质量出现细微变化,已难以适应现代精密测量要求。因此科学界一直想用一种基于物理常数的定义来取代。2018 年 11 月 16 日,第 26 届国际计量大会决定,千克由普朗克常量  $h$  及米和秒定义,即  $1 \text{ kg} = \frac{h}{6.260\,701\,5 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}}$ 。该决定已于 2019 年 5 月 20 日生效。此次标准实施后,国际单位制中 7 个基本单位全部建立在不变的自然常数基础上,保证了国际单位的长期稳定性和通用性。以下说法正确的是

- A. 普朗克常量  $h$  是一个无单位的常量
- B. 普朗克常量  $h$  的单位等效于  $\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^2$
- C. 普朗克常量  $h$  的单位等效于  $\text{J} \cdot \text{s}$
- D. 普朗克常量  $h$  的单位等效于  $\text{J} \cdot \text{s}^{-1}$

2. 人们对电磁炮的研究不断深入。某高中科研兴趣小组利用学过的知识制造了一台电磁炮,其原理示意图如图甲所示,高压直流电源电动势为  $E$ ,大电容器的电容为  $C$ 。线圈套在中空的塑料管上,管内光滑,将直径略小于管的内径的金属小球静置于管口附近。



甲

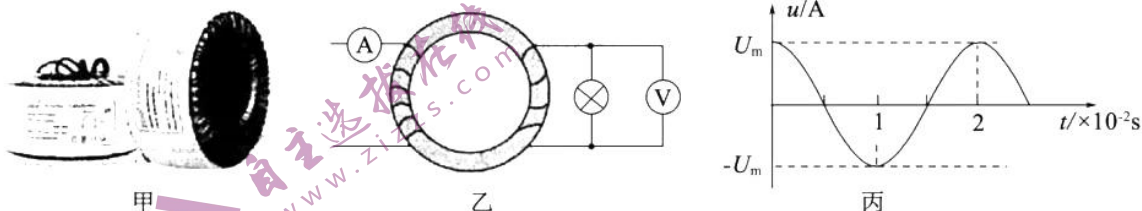


乙

首先将开关 S 接 1,使电容器完全充电,然后立即将 S 转接 2,此后电容器放电,通过线圈的电流随时间的变化如图乙所示,金属小球在  $0 \sim t_1$  的时间内被加速发射出去, $t_1$  时刻刚

好运动到管口。下列关于该电磁炮的说法正确的是

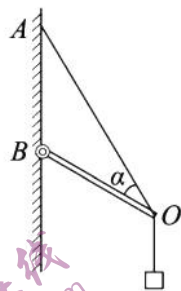
- A. 小球在塑料管中做匀变速直线运动
  - B. 在  $0 \sim t_1$  的时间内, 小球中产生的涡流从左向右看是顺时针方向的
  - C. 在  $t_1$  时刻, 小球受到的线圈磁场对它的作用力为零
  - D. 在  $0 \sim t_1$  的时间内, 电容器储存的电能全部转化为小球的动能
3. 近十年来, 我国环形变压器从无到有, 已形成相当大的生产规模, 广泛应用于计算机、医疗设备、家电设备和灯光照明等方面, 如图甲所示。环形变压器与传统方形变压器相比, 漏磁和能量损耗都很小, 可视为理想变压器。原线圈匝数  $n_1 = 880$  匝, 副线圈接一个“12 V 22 W”的照明电灯, 示意图如图乙所示, 图中电压表与电流表均为理想交流电表。原线圈接交流电源, 原线圈两端的电压随时间变化的关系图像如图丙所示, 最大值  $U_m = 220\sqrt{2}$  V, 最大值始终保持不变, 照明电灯恰好正常发光。则



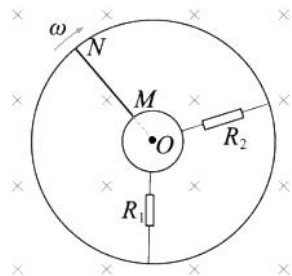
- A. 原线圈两端电压的有效值和  $t = 2.5 \times 10^{-3}$  s 的电压瞬时值相等
  - B. 若电压表为非理想电表, 电压表的读数会变小
  - C. 照明电灯正常发光时, 电流表的读数为 0.05 A
  - D. 在  $t = 5 \times 10^{-3}$  s 时刻, 电压表的示数为零
4. 如图所示, 倾斜圆盘圆心处固定有与盘面垂直的细轴, 盘面上放有质量为  $m$  的一个物块 (可视为质点), 物块到轴的距离为  $d$ , 物块与盘面的动摩擦因数为  $\mu$ , 盘面与水平面夹角为  $\theta$ 。当圆盘以角速度  $\omega$  匀速转动时, 物块始终与圆盘保持相对静止。图中 A、B、C、D 为物块做圆周运动经过的点, 其中 A 为最高点、B 为最低点、C、D 为跟圆心在同一水平面上的两点。已知重力加速度为  $g$ , 最大静摩擦力等于滑动摩擦力。则下列说法正确的是
- 
- A. 当圆盘静止时, 物块在 A、B、C、D 各点受到的摩擦力大小均为  $\mu mg \cos \theta$
  - B. 当圆盘匀速转动时, 若物块运动到 A 点没有滑离圆盘, 则运动到其它点也不会滑离圆盘
  - C. 当圆盘以角速度  $\omega$  匀速转动时, 物块运动到 C、D 两点时, 受到摩擦力的大小均为  $\sqrt{(\mu mg \cos \theta)^2 + (m\omega^2 d)^2}$
  - D. 当圆盘以角速度  $\omega$  匀速转动时, 物块运动到 C、D 两点时, 受到摩擦力的大小均为  $\sqrt{(mg \sin \theta)^2 + (m\omega^2 d)^2}$



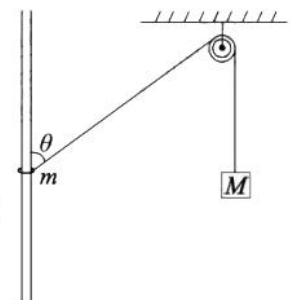
5. 如图所示,  $AO$  为不可伸长的轻绳,  $BO$  为可绕  $B$  点自由转动的轻质细杆, 杆长为  $L$ ,  $A$ 、 $B$  两点的高度差也为  $L$ 。在  $O$  点悬挂质量为  $m$  的重物, 杆与绳子的夹角  $\alpha = 30^\circ$ , 下列说法正确的是



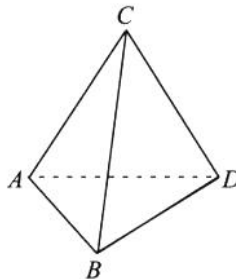
- A. 绳  $AO$  对  $O$  点的拉力大小为  $mg$   
 B. 绳  $AO$  对  $O$  点的拉力大小为  $\sqrt{3}mg$   
 C. 杆  $BO$  对  $O$  点的力沿杆由  $O$  指向  $B$   
 D. 杆  $BO$  对  $B$  点的力大小为  $\sqrt{3}mg$
6. 半径分别为  $r$  和  $4r$  的同心圆形导轨固定在同一水平面内, 一根长为  $3r$  电阻为  $R$  的均匀金属棒  $MN$  置于圆导轨上,  $NM$  的延长线通过圆导轨中心  $O$ , 在两导轨之间接阻值分别为  $R_1 = R$ 、 $R_2 = 3R$  的两定值电阻, 装置的俯视图如图所示。整个装置位于匀强磁场中, 磁感应强度的大小为  $B$ , 方向竖直向下。金属棒在水平外力作用下以角速度  $\omega$  绕圆心  $O$  顺时针匀速转动, 在转动过程中始终与导轨保持良好接触, 不跟电阻相碰, 导轨电阻忽略不计。下列说法正确的是



- A. 金属棒中电流从  $N$  流向  $M$   
 B. 金属棒转动产生的电动势为  $\frac{9}{2}B\omega r^2$   
 C. 电阻  $R_1$  中电流为  $\frac{2B\omega r^2}{5R}$   
 D. 水平外力做功的功率为  $\frac{225B^2\omega^2 r^4}{7R}$
7. 如图所示, 一轻绳跨过光滑且可看作质点的定滑轮, 一端系着质量为  $M$  的物块, 另一端系着质量为  $m$  的圆环, 圆环套在竖直的光滑细杆上。已知细杆与定滑轮的水平距离为  $d = 0.8 \text{ m}$ , 初始时轻绳与竖直杆的夹角  $\theta = 53^\circ$  ( $\sin 53^\circ = 0.8$ ,  $\cos 53^\circ = 0.6$ ), 取重力加速度  $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。现在由静止释放两物体, 下列说法正确的是



- A. 释放之后圆环和物块组成的系统机械能先减小、后增大  
 B. 若  $M = 4m$ , 当轻绳与细杆垂直时, 圆环的速度为  $v = 2 \text{ m/s}$   
 C. 若  $M = 2m$ , 圆环运动区间的长度为  $1.2 \text{ m}$   
 D. 为保证圆环在初始位置上方运动, 物块与圆环的质量之比应该满足  $\frac{M}{m} > \frac{5}{4}$
8. 如图所示,  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  是真空中正四面体的四个顶点, 所有棱长都为  $d = \sqrt{6} \text{ cm}$ , 则该正四面体处于匀强电场中, 电场方向与三角形  $ABD$  所在平面平行, 已知  $A$ 、 $B$  和  $C$  点的电势分别为  $(2 - \sqrt{6}) \text{ V}$ 、 $(2 + \sqrt{6}) \text{ V}$  和  $2 \text{ V}$ 。该正四面体的外接球面上的电势最低值、最高值分别为



- A.  $-1 \text{ V}$ 、 $5 \text{ V}$   
 B.  $0$ 、 $5 \text{ V}$   
 C.  $(2 - 2\sqrt{3}) \text{ V}$ 、 $(2 + 2\sqrt{3}) \text{ V}$   
 D.  $(2 - 2\sqrt{2}) \text{ V}$ 、 $(2 + 2\sqrt{2}) \text{ V}$

高三物理试题 第 3 页(共 8 页)

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. 海边会发生潮汐现象,潮来时,水面升高;潮退时,水面降低。有人认为这是由于太阳对海水的引力变化以及月球对海水的引力变化所造成的。中午,太阳对海水的引力方向指向海平面上方;半夜,太阳对海水的引力方向指向海平面下方;拂晓和黄昏,太阳对海水的引力方向跟海平面平行。月球对海水的引力方向的变化也有类似情况。太阳、月球对某一区域海水引力的周期性变化,就引起了潮汐现象。已知地球质量为  $M$ ,半径为  $R$ 。太阳质量约为地球质量的  $3 \times 10^5$  倍,太阳与地球的距离约为地球半径的  $2 \times 10^4$  倍,地球质量约为月球质量的 80 倍,月球与地球的距离约为地球半径的 60 倍。对于地球上同一片质量为  $m$  的海水来说,下列说法正确的是

A. 太阳对这片海水的引力与地球对这片海水的引力之比约为  $\frac{F_{\text{日}}}{F_{\text{地}}} = \frac{3}{2\,000}$

B. 太阳对这片海水的引力与月球对这片海水的引力之比约为  $\frac{F_{\text{日}}}{F_{\text{月}}} = \frac{216}{1}$

C. 我国农历中的“朔”是指太阳、月球和地球共线、且月球位于太阳和地球之间的月相,此时,海边容易形成大潮

D. 对于同一片海水而言,地球、月球、太阳对它的引力的矢量和可能为零

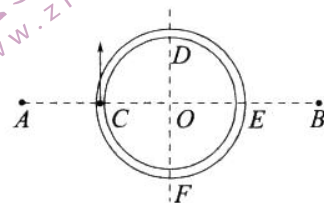
10. 如图所示,两个带等量异种电荷的点电荷,分别固定在绝缘水平桌面上的  $A$ 、 $B$  两点,其中在  $A$  点的为正电荷。一绝缘圆形细管水平固定在桌面  $A$ 、 $B$  两点之间,且圆形细管圆心  $O$  位于  $A$ 、 $B$  连线的中点,细管与  $A$ 、 $B$  连线及中垂线交点分别为  $C$ 、 $E$ 、 $D$ 、 $F$ 。一个带负电的小球在细管中按顺时针方向做完整的圆周运动,不计一切摩擦,小球电量保持不变。下列说法正确的是

A. 小球从  $C$  运动到  $D$  的过程中,速度先增大、后减小

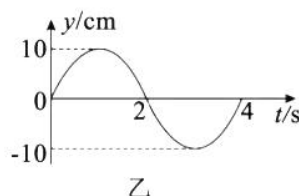
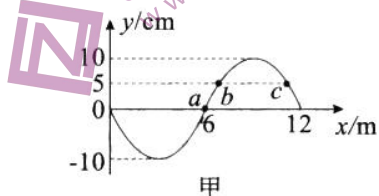
B.  $C$  点的电势比  $F$  点的电势高

C. 小球经过  $C$  点的速度大于经过  $E$  点的速度,经过  $C$  点的电势能小于经过  $E$  点的电势能

D. 小球经过  $D$ 、 $E$  两点所受的电场力相同



11. 如图甲所示为一列沿  $x$  轴传播的简谐横波在  $t = 2$  s 时刻的波的图象,  $a$ 、 $b$ 、 $c$  为介质中的三个质点,图乙表示该波  $x = 6$  m 处  $a$  质点的振动图像,下列说法正确的是



A. 该波沿  $x$  轴负向传播

B.  $t = 4$  s 时刻,质点  $b$  振动的速度方向与加速度方向相同

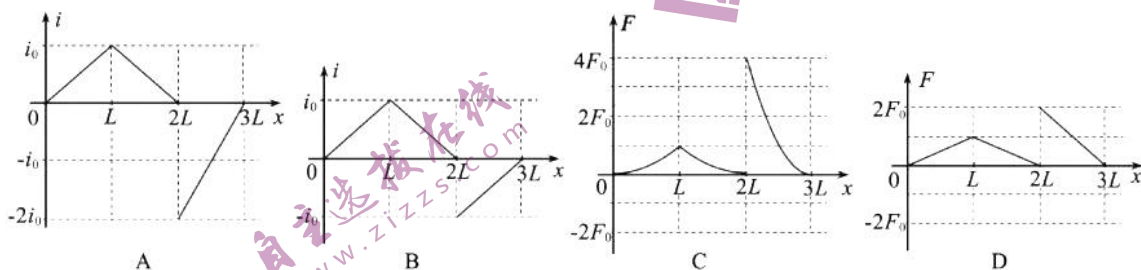
高三物理试题 第 4 页(共 8 页)



C.  $t=3.5\text{ s}$  时刻, 质点  $c$  振动的速度方向沿  $y$  轴负方向

D. 质点  $c$  的位移随时间变化的关系式  $y=10\sin(\frac{\pi t}{2}-\frac{5}{6}\pi)\text{ cm}$

12. 如图所示, 等腰三角形内分布有垂直于纸面向外的匀强磁场, 它的底边在  $x$  轴上且长为  $2L$ , 高为  $L$ 。纸面内直角边长均为  $L$  的直角三角形导线框  $ABC$  沿  $x$  轴正方向做匀速直线运动穿过磁场区域, 在  $t=0$  时刻恰好位于图中所示的位置。以顺时针方向为导线框中电流的正方向, 在下面四幅图中能够正确表示导线框中的电流跟导线框所走位移的关系图像 ( $i-x$  图像) 和导线框受到的安培力大小跟导线框所走位移的关系图像 ( $F-x$  图像) 的是



三、非选择题: 本题共 6 小题, 共 60 分。

13. (6 分) 某实验小组的同学在用如图甲所示的装置做“探究加速度  $a$  与力  $F$  的关系”和“探究加速度  $a$  与质量  $m$  的关系”实验时, 用轻网兜装入若干相同的小钢珠代替图中槽码进行实验。现把 1 个小钢珠对小车施加的拉力记为 1 珠力, 把两个实验的数据都记录在下表中。小钢珠加速运动对拉力造成的影响忽略不计。

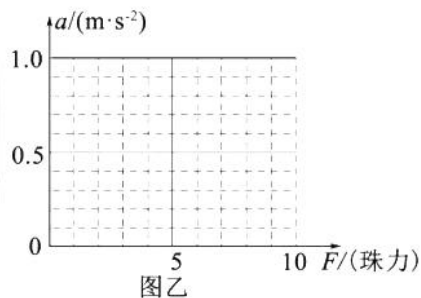
(1) 从数据表中选取 5 组数据, 在答题卡图乙坐标纸中作出保持小车质量一定时的  $a-F$  图像。

(2) 大量实验结果表明, 小车的加速度  $a$  与它所受的作用力  $F$  成正比, 与它的质量  $m$  成反比, 其表达式为  $a \propto \frac{F}{m}$ , 写成等式为  $F=kma$ 。那么, 根据表中数据, 可得  $k=$  \_\_\_\_\_。(结果小数点后保留两位)

(3) 当满足关系 \_\_\_\_\_ 时, 可使  $k=1$ 。



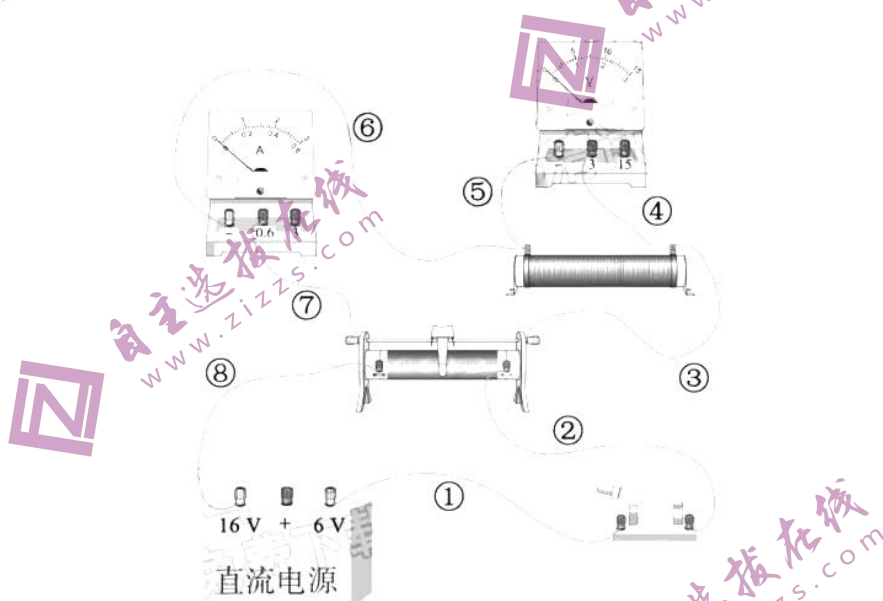
图甲



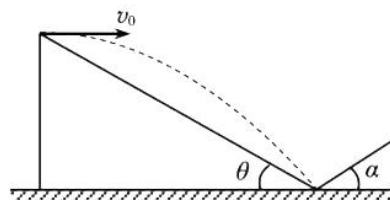
图乙

|                                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $F/(\text{牛})$                     | 6    | 3    | 6    | 4    | 5    | 6    | 6    | 6    | 7    |
| $m/\text{kg}$                      | 0.86 | 0.36 | 0.61 | 0.36 | 0.36 | 0.41 | 0.36 | 0.31 | 0.36 |
| $a/(\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$ | 0.34 | 0.39 | 0.48 | 0.53 | 0.67 | 0.71 | 0.81 | 0.93 | 0.94 |

14. (8分) 已知某定值电阻的额定电流为  $0.3\text{ A}$ , 其标称的电阻值是  $24\ \Omega$ 。为测定该定值电阻在额定电流下电阻的实际值, 某同学用电流表、电压表、滑动变阻器 ( $0 \sim 24\ \Omega$ , 额定电流为  $2\text{ A}$ )、直流电源等组成实验电路如下图。不考虑电表内阻对电路的影响, 电源内阻忽略不计。



- (1) 图中哪几根导线的连接有错误? \_\_\_\_\_ (填写导线标号①、②...⑧)。
- (2) 用笔画线代替导线, 请在答题卡图中把错误的连接纠正过来, 将实验电路连接完整。
- (3) 在你纠正后的电路中, 经实验测出电阻的实际值为  $24\ \Omega$ 。之后若将滑动变阻器的滑动触头滑到正中间, 闭合开关接通电路, 那么, 电阻两端的电压等于 \_\_\_\_\_  $\text{V}$ , 通过电源的电流等于 \_\_\_\_\_  $\text{A}$ 。
15. (9分) 如图所示, 水平面上固定一个倾角为  $\theta$ 、长度为  $s$  的斜面。现于斜面顶端以速度  $v_0$  水平抛出一个弹性小球, 小球恰好第一次直接落到斜面底端, 不计一切阻力, 小球体积不计, 已知重力加速度为  $g$ 。求:
- (1) 小球从斜面顶端到斜面底端的运动时间;
- (2) 在斜面的底端放置一个反弹挡板, 假设小球运动到斜面底端时只撞击反弹挡板, 弹起后, 能够在第二次落到斜面时恰好落至出发点且速度方向水平。若反弹挡板与地面的夹角为  $\alpha$ , 请写出  $\alpha$  与  $\theta$  的函数关系。已知碰撞过程中没有能量损失。



16. (9分)第24届冬季奥运会将于2022年2月4日~20日举办,举办地点是中国北京、中国河北省张家口市。冰壶,也叫掷冰壶,是冬奥会比赛项目,是一种高智商、高雅的技巧类运动,展现动静之美、取舍之智,被喻为冰上的“国际象棋”。现有两个冰壶A、B,并排在足够大的水平冰面上,质量均为 $m$ ,它们跟冰面之间的动摩擦因数分别为 $\mu_A$ 、 $\mu_B$ ;A、B原来静止,某时刻,B受到瞬时水平冲量 $I$ 后,立即向右运动,此时,它们还同时各自受到等大的持续恒力 $F$ 作用, $F$ 跟 $I$ 同向,且 $F > \mu_A mg$ 、 $F > \mu_B mg$ ,其中 $g$ 为重力加速度,设冰壶受到的最大静摩擦力等于滑动摩擦力,如图所示。

(1)试在 $\mu_A > \mu_B$ 、 $\mu_A = \mu_B$ 、 $\mu_A < \mu_B$ 三种情况下,讨论它们能否再次并排?请列出关系式进行讨论。

(2)如果能再次并排,那么,再次并排时它们离出发点多远?



17. (11分)把振动物体看作不考虑体积的微粒时,这个振动物体就叫谐振子。谐振子是理想化模型。如图1所示,在光滑水平面上,两物块A与B由理想轻弹簧连接振动(弹簧两端跟A、B始终相连),物块A、B就叫谐振子。初始时刻,弹簧被压缩,按住A、B保持静止;然后,由静止同时释放A、B,此后A的速度 $v$ 跟时间 $t$ 的关系图像( $v-t$ 图像)如图2所示(规定水平向右的方向为正方向)。已知 $m_A = 0.1 \text{ kg}$ ,  $m_B = 0.2 \text{ kg}$ ,弹簧的劲度系数 $k = 45 \text{ N/m}$ ,弹簧弹性势能表达式为 $E_p = \frac{1}{2} kx^2$ ,其中 $x$ 为弹簧形变量。

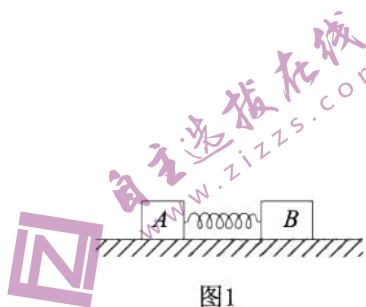


图1

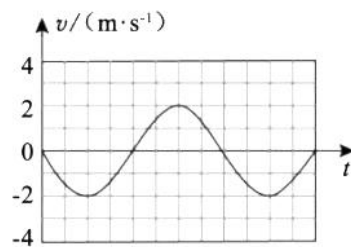


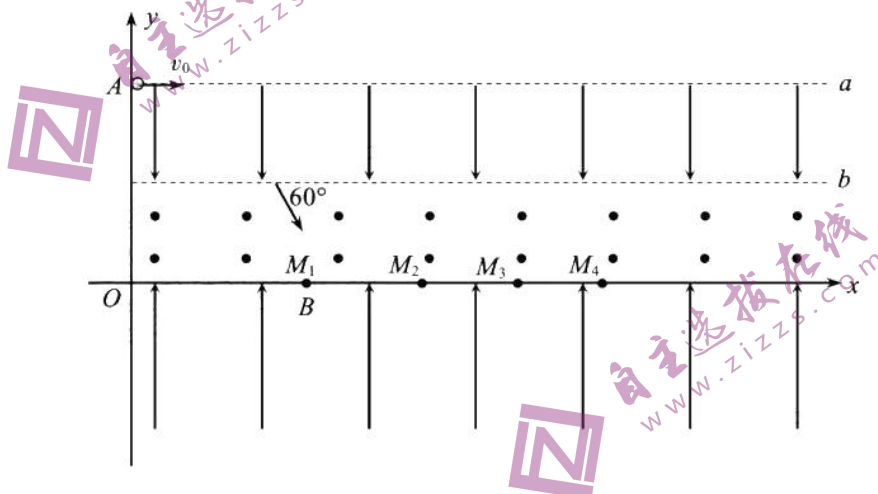
图2

- (1)请在答题卡图2中画出B的速度 $v_B$ 跟时间 $t$ 的关系图像( $v_B-t$ 图像);  
(2)求初始时刻弹簧的弹性势能 $E_{p0}$ ;  
(3)求当A的速率为 $1 \text{ m/s}$ 时,A的加速度大小。

高三物理试题 第7页(共8页)



18. (17分) 如图所示, 在第一象限内垂直于  $xOy$  平面的两平面  $a$ 、 $b$  平行于  $x$  轴,  $a$ 、 $b$ 、 $x$  轴之间间距均为  $d$ ;  $b$  与  $x$  轴之间有垂直于纸面向外的匀强磁场,  $a$ 、 $b$  之间有沿  $y$  轴负方向的匀强电场, 第四象限有沿  $y$  轴正方向的匀强电场, 两电场场强大小相等。质量为  $m$ , 电荷量为  $+q$  的粒子  $A$ , 从平面  $a$  与  $y$  轴交点处(在电场内)平行于  $x$  轴向正方向以速度  $v_0$  射出, 穿过平面  $b$  时速度与  $b$  夹角为  $60^\circ$ 。有一电中性粒子  $B$  自由静止在  $x$  轴的  $M_1$  点, 质量  $m_B = \frac{1}{3}m$ 。粒子  $A$  恰好在  $M_1$  点垂直于  $x$  轴与粒子  $B$  发生弹性正碰, 碰撞过程中没有电荷转移。设粒子  $A$  再次从磁场向下穿过  $x$  轴的点分别为  $M_2$ 、 $M_3$ 、 $\dots$ , 且在  $M_2$ 、 $M_3$ 、 $\dots$  点处均预先放置跟粒子  $B$  完全相同的自由静止中性粒子, 使粒子  $A$  到达这些点时, 都与之发生弹性碰撞。不计粒子的重力。求:
- (1) 电场强度的大小。
  - (2) 磁感应强度的大小。
  - (3)  $M_1M_2$ 、 $M_2M_3$ 、 $M_3M_4$ 、 $\dots$  所有相邻两点之间的距离。





2022 届高三第一学期期末考试

物理试题参考答案及评分标准

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

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. BC 10. BC 11. BCD 12. AC

三、非选择题:本题共 6 小题,共 60 分。

13. (6 分)

(1)如图乙所示(2 分)

(2)20.56 珠力/( $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ )

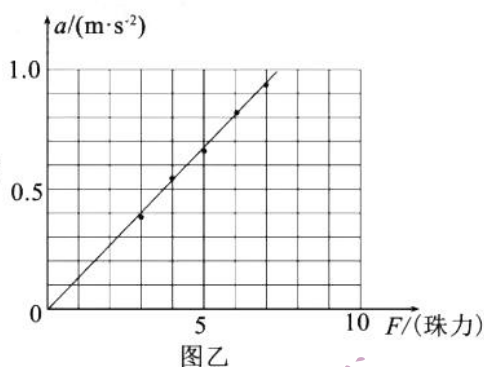
(20.28~21.39 之间都给这 1 分,单位正确再给 1 分,)

(3)20.56 珠力= $1(\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2})$ (2 分)

(20.28~21.39 之间都给这 2 分)

或 1 珠力= $0.048(\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2})$ (2 分)

(0.047~0.049 之间都给这 2 分)

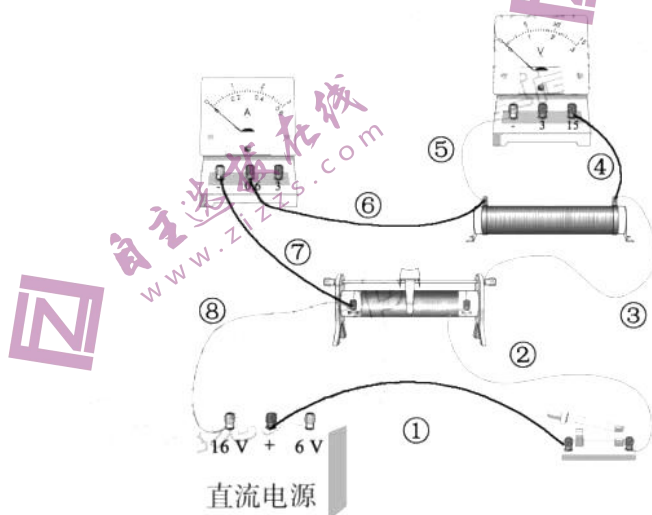


14. (8 分)

(1)① ④ ⑥ ⑦(或① ③ ④ ⑥ ⑦)。(共 2 分,错一个,得 0 分)

(2)如图所示。(其他连接正确,同样给这 2 分)

(3)6.4,0.8。(共 4 分,每空各 2 分)



15. (9分)解:

(1) 设经时间  $t$  到达斜面的底端, 则

水平方向:  $x = v_0 t$  ..... 1分

竖直方向:  $y = \frac{1}{2} g t^2$  ..... 1分

由几何关系得:  $\tan \theta = \frac{y}{x}$  ..... 1分

即:  $\tan \theta = \frac{g t}{2 v_0}$

解得:  $t = \frac{2 v_0 \tan \theta}{g}$  ..... 1分

(2) 当反弹挡板与小球到达底端的速度垂直时, 小球反弹后能够返回到出发点且速度方向水平。设小球落到底端时速度与水平地面的夹角为  $\beta$ , 则由几何关系得:

$\alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$  ..... 1分

$\tan \beta = \frac{v_y}{v_0}$  ..... 1分

其中:  $v_y = g t$  ..... 1分

联立解得:  $\tan \beta = 2 \tan \theta$  ..... 1分

故:  $\tan \alpha = \frac{1}{2 \tan \theta}$  ..... 1分

16. (9分)解:

(1) A、B 受力  $F$  后均沿同一方向的做匀加速直线运动。设受力  $F$  后 A、B 的加速度分别为  $a_A$ 、 $a_B$ , 受力  $F$  后某一时刻  $t$ , A、B 的速度分别为  $v_A$ 、 $v_B$ , 由牛顿第二定律和运动学公式得:

$F - \mu_A m g = m a_A$ ,  $F - \mu_B m g = m a_B$  ..... 1分

$v_A = a_A t$ ,  $v_B = v_0 + a_B t$  ..... 1分

$I = m v_0$  ..... 1分

解得:  $v_A = \left( \frac{F}{m} - \mu_A g \right) t$ ,  $v_B = \frac{I}{m} + \left( \frac{F}{m} - \mu_B g \right) t$  ..... 1分

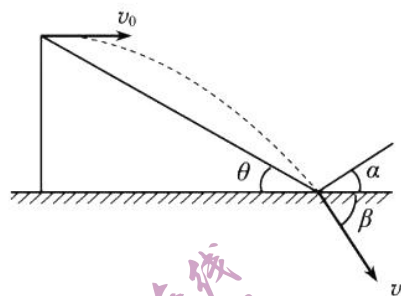
在  $\mu_A > \mu_B$ 、 $\mu_A = \mu_B$  两种情况下, 总有  $v_A < v_B$ , 所以, A、B 不能再次并排。..... 1分

当  $\mu_A < \mu_B$ , 经过时间  $t_1$ , 可以有  $v_A = v_B$ , 即:

$\left( \frac{F}{m} - \mu_A g \right) t_1 = \frac{I}{m} + \left( \frac{F}{m} - \mu_B g \right) t_1$

解得:  $t_1 = \frac{I}{m(\mu_B - \mu_A)g}$

此后,  $v_A > v_B$ , 经过一定的时间, A 可以追上 B, 再次并排。..... 1分



(2) 设经过时间  $t_2$ , A、B 再次并排, 设他们从出发点运动后的位移分别为  $x_A$ 、 $x_B$ , 由几何关系和运动学公式得:

$$x_A = x_B \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

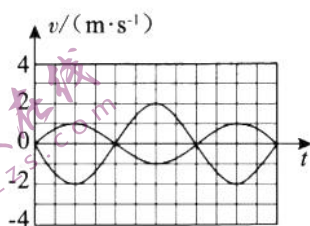
$$x_A = \frac{1}{2} \left( \frac{F}{m} - \mu_A g \right) t_2^2, x_B = \frac{I}{m} t_2 + \frac{1}{2} \left( \frac{F}{m} - \mu_B g \right) t_2^2 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{解得: } t_2 = 2 \frac{I}{m(\mu_B - \mu_A)g}$$

$$x_A = x_B = 2 \left( \frac{F}{m} - \mu_A g \right) \left( \frac{I}{m(\mu_B - \mu_A)g} \right)^2 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

17. (11 分)解:

(1) 如图所示  $\dots\dots\dots 2 \text{ 分}$



(2) 由图像可知, 当  $v_A = -2 \text{ m/s}$  时弹簧恢复到原长, 设此时 B 的速度为  $v_B$ , 根据动量守恒定律可得:

$$0 = m v_A + m v_B \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

解得:  $v_B = +1 \text{ m/s}$ , “+”表示方向水平向右。

根据机械能守恒定律可得:

$$E_{p0} = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} m_B v_B^2 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{解得: } E_{p0} = 0.3 \text{ J} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

(3) 设当 A 的速率为  $v_1 = 1 \text{ m/s}$  时, B 的速率为  $v_2$ , 根据动量守恒定律可得:

$$0 = m_A v_1 - m_B v_2 \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

$$\text{解得: } v_2 = 0.5 \text{ m/s}$$

设此时弹簧的形变量为  $x_1$ , 根据机械能守恒定律可得:

$$E_{p0} = \frac{1}{2} m_A v_1^2 + \frac{1}{2} m_B v_2^2 + \frac{1}{2} k x_1^2 \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

$$\text{解得: } x_1 = 0.1 \text{ m}$$

设 A 的加速度大小为  $a_1$ , 由胡克定律和牛顿第二定律得:

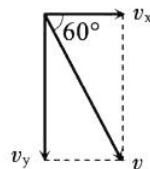
$$k x_1 = m a_1 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{解得: } a_1 = 45 \text{ m/s}^2 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$



18. (17分)解:

(1) 设粒子 A 穿过平面 b 时的速度为  $v$ , 在  $x$ 、 $y$  方向的分量分别为  $v_x$ 、 $v_y$ , 如图所示。



由平行四边形定则可得:

$$v_x = v \cdot \cos 60^\circ, v_y = v \cdot \sin 60^\circ \quad \text{..... ①}$$

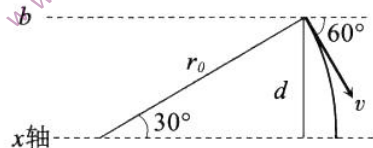
其中  $v_x = v_0$

$$\text{解得: } v = 2v_0, v_y = \sqrt{3}v_0$$

设两电场的电场强度大小均为  $E$ , 粒子 A 在电场中做类平抛运动, 由运动学公式和牛顿第二定律得:

$$v_y^2 = 2ad \quad \text{..... ②}$$

$$Eq = ma \quad \text{..... ③}$$



$$\text{解得: } E = \frac{3mv_0^2}{2qd} \quad \text{..... ④}$$

(2) 设粒子 A 在磁场中做圆周运动的半径为  $r_0$ ,

A 在磁场中运动轨迹如图所示。由几何关系得:

$$r_0 \sin 30^\circ = d \quad \text{..... ⑤}$$

根据牛顿第二定律得:

$$qvB = \frac{mv^2}{r_0} \quad \text{..... ⑥}$$

$$\text{解得: } B = \frac{mv_0}{qd} \quad \text{..... ⑦}$$

(3) 粒子 A 与 B 发生弹性碰撞, 设碰后 A、B 的速度大小分别为  $v_1$ 、 $v_B$ , 根据动量守恒定律和机械能守恒定律得:

$$mv = mv_1 + \frac{1}{3}mv_B \quad \text{..... ⑧}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{6}mv_B^2 \quad \text{..... ⑨}$$

$$\text{解得: } v_1 = v_0, v_B = 3v_0 \quad \text{..... ⑩}$$

A、B 相碰后, 粒子 A 在下方电场中向下做匀减速直线运动至速度减到零, 再反向加速, 回到  $x$  轴。由对称性可知, 粒子 A 的速度大小仍为  $v_1 = v_0$ , 方向竖直向上。由于 B 粒子不带电, 其将以  $3v_0$  的速度向下做匀速直线运动, 对 A 的运动再无影响。

A 进入磁场后, 做匀速圆周运动, 设半径为  $r_1$ , 根据牛顿第二定律得:

$$qv_1 B = \frac{mv_1^2}{r_1} \quad \text{..... ⑪}$$

解得:  $r_1 = d$  ..... ⑫

由几何关系可知, A 在磁场中的运动轨迹恰好与平面 b 相切, 因此, A 再次通过 x 轴, 且速度与 x 轴垂直。设交点为  $M_2$ 。由几何关系得:

$$M_1 M_2 = 2 r_1$$

即:  $M_1 M_2 = 2d$  ..... ⑬

此后, 由于 A 碰后速度逐渐减小, 故 A 不能再次进入上方电场。在磁场中每经过半个周期, 就再次向下穿过 x 轴, 所以相邻两点之间的距离应为对应直径的长度。

A 在  $M_2$  处碰后, 设 A 的速度大小为  $v_2$ , 同理, 根据动量守恒定律和机械能守恒定律得:

$$m v_1 = m v_2 + \frac{1}{3} m v_{B2}$$

$$\frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m v_2^2 + \frac{1}{6} m v_{B2}^2$$

解得:  $v_2 = \frac{1}{2} v_1, v_{B2} = \frac{3}{2} v_1$  ..... ⑭

$$\text{即: } v_2 = \frac{1}{2} v_0, v_{B2} = \frac{3}{2} v_0$$

A 经电场再次进入磁场后, 设运动半径为  $r_2$ , 根据牛顿第二定律得:  $q v_2 B = \frac{m v_2^2}{r_2}$

$$\text{解得: } r_2 = \frac{1}{2} d$$

由几何关系得:  $M_2 M_3 = 2 r_2$

解得:  $M_2 M_3 = d$  ..... ⑮

依次类推可得:

第三次碰后  $v_3 = \frac{1}{4} v_0, r_3 = \frac{1}{4} d, M_3 M_4 = \frac{1}{2} d$  ..... ⑯

.....

第  $n$  次碰后  $M_n M_{n+1} = \left(\frac{1}{2}\right)^{n-2} d$  (其中  $n = 1, 2, 3 \dots$ )

所以, 相邻两点之间距离为:

$x = \left(\frac{1}{2}\right)^{n-2} d$  (其中  $n = 1, 2, 3 \dots$ ) ..... ⑰

评分参考标准: 本题共 17 分, ①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰式各 1 分。

## 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](http://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**官方微信信号：**zizzsw**。



微信搜一搜

自主选拔在线