

2024 北京北师大二附中高三（上）开学考

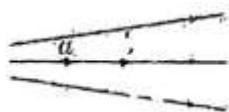
物 理

本试卷共 6 页，100 分。考试时长 90 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将答题卡交回。

第一部分

一、本题共 14 小题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

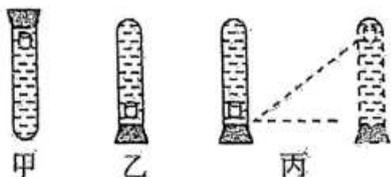
1. 某电场区域的电场线如图所示， a 、 b 是其中一条电场线上的两点，下列说法正确的是（ ）

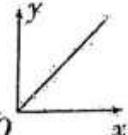
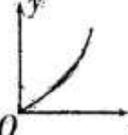
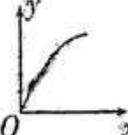
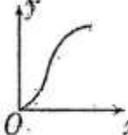


- A. 负电荷在 a 点受到的静电力一定小于它在 b 点受到的静电力
- B. a 点的场强方向一定沿着 a 点的电场线向右
- C. 正电荷在 a 点受到的静电力一定小于它在 b 点受到的静电力
- D. a 点的场强一定小于 b 点的场强

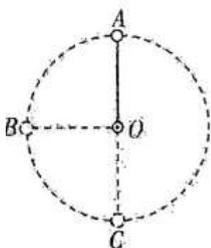


2. 如图所示，一玻璃管中注满清水，水中放一软木做成的小圆柱体（其直径略小于玻璃管的直径，轻重大小适宜，使它能在水中能匀速上浮）。将玻璃管的开口端用胶塞塞紧（图甲）。现将玻璃管倒置（图乙），在小圆柱体上升的同时，使玻璃管水平向右匀加速移动，经过一段时间，玻璃管移至图丙中虚线所示位置，小圆柱体恰好运动到玻璃管的顶端。在下面四个图中，能正确反映小圆柱体运动轨迹的是（ ）

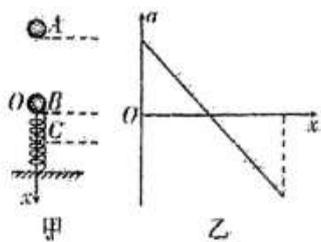


- A. 
- B. 
- C. 
- D. 

3. 如图所示，轻杆的一端固定在通过 O 点的水平转轴上，另一端固定一小球，轻杆绕 O 点在竖直平面内沿顺时针方向做匀速圆周运动，其中 A 点为最高点、 C 点为最低点， B 点与 O 点等高，下列说法正确的是（ ）



- A. 小球经过 A 点时，所受杆的作用力方向一定竖直向下
 B. 小球经过 B 点时，所受杆的作用力方向沿着 BO 方向
 C. 从 A 点到 C 点的过程，杆对小球的作用力做负功
 D. 从 A 点到 C 点的过程，小球重力的功率保持不变
4. 一与地球密度相同的星球表面的重力加速度是地球表面的重力加速度的 2 倍，则该星球的质量是地球质量的（忽略其自转影响）（ ）
- A. $\frac{1}{2}$ B. 2 倍 C. 4 倍 D. 8 倍
5. 火星和地球绕太阳的运动均可视为匀速圆周运动，火星公转轨道的半径与地球公转轨道的半径之比为 3 : 2，则火星与地球绕太阳运动的（ ）
- A. 线速度大小之比为 $\sqrt{3}:\sqrt{2}$ B. 角速度大小之比为 $2\sqrt{2}:3\sqrt{3}$
 C. 周期之比为 2 : 3 D. 向心加速度大小之比为 $\sqrt{2}:\sqrt{3}$
6. 在水平恒力作用下，物体沿粗糙水平地面运动，在物体的速度由 0 增大到 v 的过程中，恒力做功 W_1 ，在物体的速度由 v 增大到 $2v$ 的过程中，恒力做功 W_2 ，则 $W_1:W_2$ 为（ ）
- A. 1 : 1 B. 1 : 2 C. 1 : 3 D. 因为有摩擦力做功而无法确定
7. 如图甲所示，轻弹簧竖直固定在水平面上，质量为 m 的小球从 A 点自由下落，至 B 点时开始压缩弹簧，小球下落的最低位置为 C 点。以 B 点为坐标原点 O ，沿竖直向下建立 x 轴，小球从 B 点运动到 C 点过程中的加速度-位移图像如图乙所示，重力加速度为 g 。在小球从 B 点运动到 C 点的过程中，下列说法正确的是（ ）



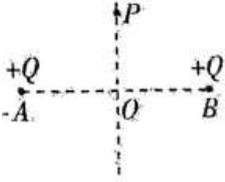
- A. 小球在 B 点时的速度最大
 B. 小球在 C 点时所受的弹力大于 $2mg$
 C. 图像与 x 轴所包围的两部分面积大小相等
 D. 小球的动能与弹簧的弹性势能之和先减小后增大
8. 一木块静止放在光滑水平面上，一颗子弹沿水平方向射入木块，若子弹进入木块的最大深度为 x_1 ，与此同时木块沿水平面移动的距离为 x_2 ，设子弹在木块中受到的摩擦力大小不变，则在子弹进入木块的过程中（ ）
- ①子弹损失的动能与木块获得的动能之比为 $(x_1 + x_2):x_2$
 ②子弹损失的动能与系统损失的动能之比为 $(x_1 + x_2):x_1$

③木块获得的动能与因系统变热损失的动能之比为 $x_2 : x_1$

④木块获得的动能与因系统变热损失的动能之比为 $x_1 : x_2$

A. ①②③ B. ①②④ C. ②③④ D. ①③④

9. 如图所示， A 、 B 两点固定两个等量的正点电荷，现在其连线中垂线上的 P 点放一个负点电荷 q （不计重力），并由静止释放后，下列说法中正确的是（ ）



- A. 负点电荷在从 P 点到 O 点运动的过程中，加速度越来越大，速度越来越大
- B. 负点电荷在从 P 点到 O 点运动的过程中，加速度越来越小，速度越来越大
- C. 负点电荷运动到 O 点时加速度为零，速度达最大值
- D. 负点电荷越过 O 点后，速度越来越小加速度越来越大，直到速度为零

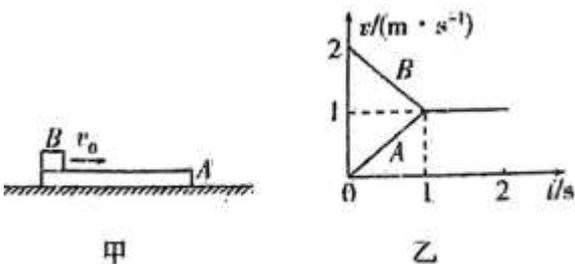


10. 如图所示，两质量分别为 m_1 和 m_2 的弹性小球（可视为质点）叠放在一起，从高度为 h 处自由落下， h 远大于两小球半径，所有的碰撞都是弹性碰撞，且都发生在竖直方向。已知 $m_2 = 4m_1$ ，不计空气阻力，则质量为 m_1 的小球反弹后能达到的高度为（ ）



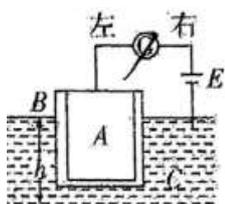
- A. $5h$ B. $11h$ C. $\frac{11}{5}h$ D. $\frac{121}{25}h$

11. 如图甲所示，长木板 A 放在光滑的水平面上，质量为 $m = 2 \text{ kg}$ 的另一物体 B 以水平速度 $v_0 = 2 \text{ m/s}$ 滑上原来静止的长木板 A 的表面。由于 A 、 B 间存在摩擦，之后 A 、 B 速度随时间变化情况如图乙所示，取 $g = 10 \text{ m/s}^2$ ，则下列说法正确的是（ ）



- A. A 、 B 间的动摩擦因数为 0.1
- B. 系统损失的机械能为 4 J
- C. 木板 A 的最小长度为 2 m
- D. 木板获得的动能为 2 J

12. 如图所示为测定液面高度 h 的电容式传感器示意图, E 为电源, G 为灵敏电流计, A 为固定的导体芯, B 为导体芯外面的一层绝缘物质, C 为导电液体。已知灵敏电流计指针偏转方向与电流方向的关系为: 电流从左边接线柱流进电流计, 指针向左偏。如果在导电液体的深度 h 发生变化时观察到指针正向左偏转, 则 ()

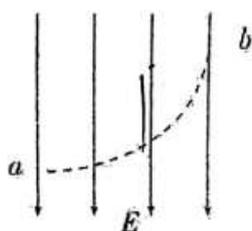


- A. 导体芯 A 所带电荷量在增加, 液体的深度 h 在增大
- B. 导体芯 A 所带电荷量在减小, 液体的深度 h 在增大
- C. 导体芯 A 所带电荷量在减小, 液体的深度 h 在减小
- D. 导体芯 A 所带电荷量在增加, 液体的深度 h 在减小

13. 两平行金属板间为匀强电场, 不同的带电粒子都以垂直于电场线的方向飞入匀强电场 (不计重力), 要使这些粒子经过匀强电场后有相同大小的偏转角, 则它们应具备的条件是 ()

- A. 有相同的动能和相同的比荷
- B. 有相同的动量和相同的比荷
- C. 有相同的速度和相同的比荷
- D. 只要有相同的比荷就可以

14. 一带电油滴在匀强电场 E 中的运动轨迹如图中虚线所示, 电场方向竖直向下, 若不计空气阻力, 则此带电油滴从 a 运动到 b 的过程中, 能量变化情况为 ()

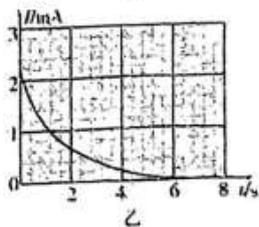
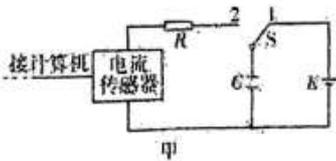


- A. 动能减小
- B. 电势能增加
- C. 重力势能和电势能之和减小
- D. 动能和电势能之和增加

第二部分

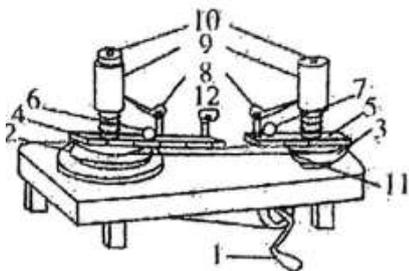
二、本题共 2 小题, 共 18 分。将正确答案填涂到机读卡上相应的位置。

(1) (2 分) 用如图甲所示电路观察电容器的充、放电现象。先使开关 S 接 1, 电容器充电完毕后将开关掷向 2, 可视为理想电流表的电流传感器将电流信息传入计算机, 屏幕上显示出电流随时间变化的 $I-t$ 图线, 如图乙所示。定值电阻 R 已知, 且从图中可读出最大放电电流 I_0 及图线与坐标轴围成的面积 S 。根据题目所给的信息, 下列说法错误的是:



- 甲
- 乙
- A. 由图线与坐标轴围成的面积 S 可得到电容器放出的总电荷量
- B. 不改变电路的其他参数, 只减小电阻 R 的阻值, 则图线与坐标轴围成的面积 S 将减小
- C. 由最大放电电流 I_0 和定值电阻 R 的阻值可得到 R 两端的最大电压
- D. 若电容器放出的总电荷量为 Q , R 两端的最大电压为 U_m , 则电容器的电容为 $\frac{q}{U_m}$

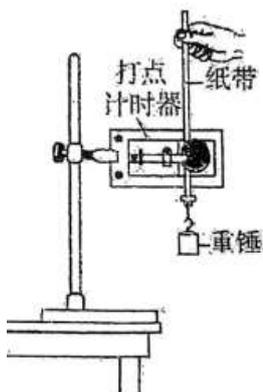
(2) (3分) 如图所示, 是探究向心力的大小 F 与质量 m 、角速度 ω 和半径 r 之间的关系的实验装置图。转动手柄 1, 可使变速塔轮 2 和 3 以及长槽 4 和短槽 5 随之匀速转动, 皮带分别套在 4 变速塔轮 2 和 3 上的不同圆盘上, 可使两个槽内的小球 6、7 分别以不同的角速度做匀速圆周运动。小球做圆周运动的向心力由横臂 8 的挡板对小球的压力提供, 球对挡板的反作用力, 通过横臂 8 的杠杆作用使弹簧测力套筒 9 下降, 从而露出标尺 10, 标尺 10 上露出的红白相间的等分格显示出两个球所受向心力的比值。那么



- ①现将两小球分别放在两边的槽内, 为了探究小球受到的向心力大小和角速度的关系, 下列说法中正确的是: _____。
- A. 在小球运动半径相等的情况下, 用质量相同的小球做实验
- B. 在小球运动半径相等的情况下, 用质量不同的小球做实验
- C. 在小球运动半径不等的情况下, 用质量不同的小球做实验
- D. 在小球运动半径不等的情况下, 用质量相同的小球做实验
- ②在该实验中应用了_____ (选填“理想实验法”“控制变量法”或“等效替代法”) 来探究向心力的大小与质量 m 、角速度 ω 和运动半径 r 之间的关系。
- ③当用两个质量相等的小球做实验, 且左边小球的轨道半径为右边小球的 2 倍时, 转动时发现右边标尺上露出的红白相间的等分格数为左边的 2 倍, 那么, 左边变速塔轮与右边变速塔轮之间的角速度之比为_____。

(3) (3分) 某同学用如图 1 所示的实验装置验证机械能守恒定律。现有的器材为: 带铁夹的铁架台、电

磁打点计时器、纸带、带铁夹的重锤、天平。回答下列问题：



①为完成此实验，除了所给的器材，还需要的器材有_____。（选填选项前的字母）

- A. 米尺 B. 秒表
C. 电压合适的直流电源 D. 电压合适的交流电源

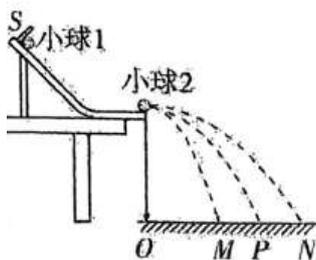
②他进行了如下操作，其中没有必要进行的步骤是_____，操作不当的步骤是_____。

- A. 按照图示的装置安装器材 B. 将打点计时器接到学生电源的“直流输出”上
C. 用天平测出重锤的质量 D. 先接通电源，后释放纸带

16. (10分) 用如图所示装置做“验证动量守恒定律”实验。实验中使用的小球1和2质量分别为 m_1 、 m_2 ，直径分别为 d_1 、 d_2 。在木板上铺一张白纸，白纸上铺放复写纸，记下重垂线所指的位置 O 。

(1) 小球1和2的质量应满足 m_1 _____ m_2 ，直径应满足 d_1 _____ d_2 。（均选填“大于”“小于”或“等于”）

(2) 实验时，先不放小球2，使小球1从斜槽上某一点 S 由静止释放，找到其平均落地点的位置 P ，测量平抛射程 OP 。再把小球2静置于斜槽轨道末端，让小球1仍从 S 处由静止释放，与小球2碰撞，并多次重复。该实验需要完成的必要步骤还有_____。（选填选项前的字母）



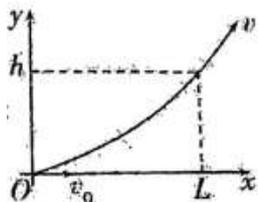
- A. 测量两个小球的质量 m_1 、 m_2
B. 测量小球1的释放点 S 距桌面的高度 h
C. 测量斜槽轨道末端距地面的高度 H
D. 分别找到小球1与小球2相碰后平均落地点的位置 M 、 N
E. 测量平抛射程 OM 、 ON

(3) 要验证两球碰撞前后动量守恒，仅需验证关系式_____是否成立
[用(2)中测量的量表示]。请分析说明可以这样验证的理由

_____。

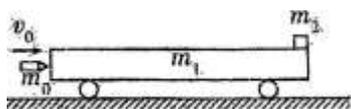
三、解答题，本题共 4 小题，共 40 分，请将必要的文字说明和解答过程写在答题卡相应的位置处，只有结果不给分。

17. (8 分) 如图所示，质量为 m 的飞机以水平初速度 v_0 飞离跑道后逐渐上升，若飞机的水平速度 v_0 不变，同时受到重力和竖直向上的恒定的升力，在测得飞机水平方向的位移为 L 时，上升的高度为 h ，重力加速度为 g ，求：



- (1) 飞机受到的升力大小；
- (2) 飞机上升至 h 高度时的速度大小。

18. (8 分) 如图所示，一质量 $m_1 = 0.45 \text{ kg}$ 的平板小车静止在光滑的水平轨道上。车顶右端放一质量 $m_2 = 0.5 \text{ kg}$ 的小物块，小物块可视为质点，小物块与小车上表面之间的动摩擦因数 $\mu = 0.5$ 。现有一质量 $m_0 = 0.05 \text{ kg}$ 的子弹以 $v_0 = 100 \text{ m/s}$ 的水平速度从小车左端射入，并留在小车中，子弹与小车相互作用时间很短。 g 取 10 m/s^2 ，求：



- (1) 子弹刚刚射入小车时，小车的速度大小 v_1 ；
- (2) 要使小物块不脱离小车，小车的长度至少为多少。

19. (10 分) 如图 1 所示，两平行金属板 A、B 间电势差为 U_1 ，带电荷量为 q 、质量为 m 的带电粒子由静止开始从极板 A 出发，经电场加速后射出，沿金属板 C、D 的中心轴线进入偏转电压为 U_2 的偏转电场，最终从极板 C 的右边缘射出。偏转电场可看作匀强电场，极板间距为 d 。忽略重力的影响。

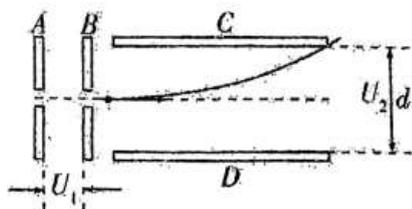


图 1

图 2

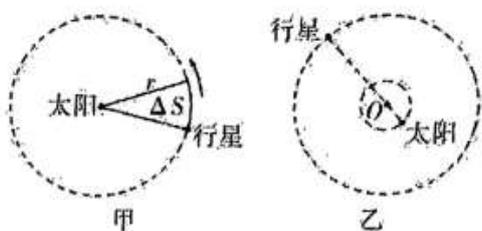
- (1) 求带电粒子进入偏转电场时速度的大小 v_0 。
- (2) 求带电粒子离开偏转电场时动量的大小 p 。
- (3) 以带电粒子进入偏转电场时的位置为原点、以平行于极板面的中心轴线为 x 轴建立平面直角坐标系 xOy ，如图 2 所示。写出该带电粒子在偏转电场中的轨迹方程。

20. (14 分) 开普勒用二十年的时间研究第谷的行星观测数据，分别于 1609 年和 1619 年发表了下列规律。开普勒第一定律：所有行星绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在椭圆的一个焦点上。

开普勒第二定律：对任意一个行星来说，它与太阳的连线在相等的时间内扫过的面积相等。

开普勒第三定律：所有行星轨道的半长轴 a 的三次方跟它的公转周期 T 的二次方的比都相等，即 $\frac{a^3}{T^2} = k$ ，

k 是一个对所有行星都相同的常量。



(1) 在研究行星绕太阳运动的规律时，将行星轨道简化为一半径为 r 的圆轨道。

a. 如图甲所示，设行星与太阳的连线在一段非常非常小的时间 Δt 内，扫过的扇形面积为 ΔS 。求行星绕太阳运动的线速度的大小 v ，结合开普勒第二定律证明行星做匀速圆周运动；（提示：扇形面积： $= \frac{1}{2} \times$ 半径 \times 弧长）

b. 请结合开普勒第三定律、牛顿运动定律，证明太阳对行星的引力 F 与行星轨道半径 r 的二次方成反比。

(2) 牛顿建立万有引力定律之后，人们可以从动力学的视角，理解和解释开普勒行星运动定律。已知太阳质量为 M_s 、行星质量为 M_p 、太阳与行星间距离为 L 、引力常量为 G ，不考虑其他天体的影响。

a. 通常认为，太阳保持静止不动，行星绕太阳做匀速圆周运动。请推导开普勒第三定律中常量 k 的表达式；

b. 实际上太阳并非保持静止不动，如图乙所示，太阳和行星绕二者连线上的 O 点做周期均为 T_0 的匀速圆周运动。依照此模型，开普勒第三定律形式上仍可表达为 $\frac{L^3}{T_0^2} = k'$ 。请推导 k' 的表达式（用 M_s 、 M_p 、 L 、 G 和其他常数表示），并说明 $k' \approx k$ 需要满足的条件。