

万州二中 2022-2023 学年高三上期 12 月线上测试

物理试题

一、单项选择题：本大题共 7 小题，每小题 4 分，共 28 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项符合题目要求。

1. 如图为某中国运动员在冬奥会短道速滑比赛中的精彩瞬间。假定他正沿圆弧弯道匀速率滑行，在一极短时间 Δt 内滑过的角度为 θ ，则他在这个过程中（ ）



- A. 所受的合外力为零，做匀速运动
- B. 所受的合外力恒定，做匀加速运动
- C. 合外力做功为零，合力的冲量也为零
- D. 合外力做功为零，合力的冲量不为零

【答案】D

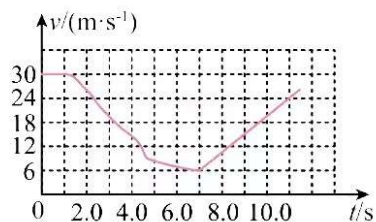
【解析】

【详解】AB. 运动员沿圆弧弯道匀速率滑行，可看作匀速圆周运动，所受合外力提供向心力，方向始终指向圆心，合外力不为零，也不是恒力，故 AB 错误；

CD. 合外力与速度的方向始终保持垂直，合外力做功为零，但冲量是力与时间的乘积，合力的冲量不为零，故 C 错误，D 正确。

故选 D。

2. 汽车在高速路上行驶常常会遇到 ETC 收费站，只有车辆通过感应识别区的速度低于 20 km/h 才能被成功扣费。驾驶员将在接近收费站时逐渐减速，通过后再加速前进，监控系统绘制出该汽车的速度 v 随时间 t 变化的图像如图所示，下列说法正确的是（ ）



- A. 该车通过收费站能被顺利扣费

- B. 驾驶员开始减速时距感应识别区约 96 m
C. 汽车在加速阶段的加速度大小为 3 m/s^2
D. 汽车在加速阶段发动机的输出功率保持不变

【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】A. 20 km/h 即 5.5 m/s ，车辆的最低时速为 6 m/s ，由图可知该车通过收费站不能被顺利扣费，故 A 错误；

B. 根据 $v-t$ 图象的面积表示位移，则每一小格的面积

$$x_0 = 6 \times 1 \text{ m} = 6 \text{ m}$$

由图可知在减速过程中一共有 16 个小格，则面积为

$$x = 16x_0 = 96 \text{ m}$$

即减速过程的位移大约为 96m，故 B 正确；

C. 由 $v-t$ 图的斜率可知汽车在加速阶段的加速度大小为

$$a = \frac{24-6}{11-7} \text{ m/s}^2 = 4.5 \text{ m/s}^2$$

故 C 错误；

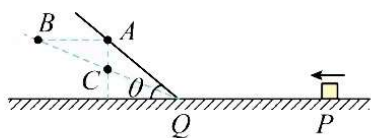
D. 汽车在匀加速时，牵引力不变但速度增加，根据

$$P = Fv$$

可知发动机输出功率增大，故 D 错误。

故选 B。

3. 如图所示，在水平的 PQ 面上有一小物块（可视为质点），小物块以某速度从 P 点最远能滑到倾角为 θ 的斜面 QA 上的 A 点（水平面和斜面在 Q 点通过一极短的圆弧连接）。若减小斜面的倾角 θ ，变为斜面 QB （如图中虚线所示），小物块仍以原来的速度从 P 点出发滑上斜面。已知小物块与水平面和小物块与斜面的动摩擦因数相同， AB 为水平线， AC 为竖直线。则（ ）



- A. 小物块恰好能运动到 B 点
B. 小物块最远能运动到 B 点上方的某点

- C. 小物块只能运动到 C 点
D. 小物块最远能运动到 B、C 两点之间的某点

【答案】D

【解析】

【详解】AC. 设物块能到达斜面上最高点与水平面的距离为 h ，与 Q 点的水平距离为 x ，根据动能定理得

$$-mgh - \mu mg \cdot PQ - \mu mg \cos \theta \cdot AQ = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

即

$$mgh + \mu mg(PQ + x) = \frac{1}{2}mv_0^2$$

若减小倾角 θ 时， h 不变，则 x 不变，故 AC 错误；

B. 若 h 变大，则 x 变小，故 B 错误；

D. 若 h 变小，则 x 变大，故 D 正确。

故选 D。

4. 人体的细胞膜模型图如图所示，由磷脂双分子层组成，双分子层之间存在电压（医学上称为膜电位）。现研究某小块均匀的细胞膜，厚度为 d ，膜内的电场可看作匀强电场，简化模型如图所示。初速度可视为零的正一价钠离子仅在电场力的作用下，从图中的 A 点运动到 B 点，下列说法正确的是（ ）



- A. A 点电势低于 B 点电势
B. 钠离子的电势能减小
C. 钠离子的加速度变大
D. 若膜电位不变，当 d 越大时，钠离子进入细胞内的速度越大

【答案】B

【解析】

【详解】A. 因为钠离子带正电，其仅在电场力作用下从图中的 A 点运动到 B 点，说明电场力的方向沿 A 指向 B，电场线由 A 指向 B，所以 A 点电势高于 B 点电势，故 A 错误；

B. 因为电场力对钠离子做正功，所以其电势能减少，故 B 正确；

C. 因为膜内的电场可看作匀强电场，根据

$$a = \frac{qE}{m}$$

钠离子的加速度不变，故 C 错误；

D. 根据动能定理

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

可知钠离子进入细胞内的速度 v 与距离 d 大小无关，又因为膜电位 U 不变，则钠离子进入细胞内的速度大小不变，故 D 错误。

故选 B。

5. 中国行星探测任务名称为“天问系列”，首次火星探测任务被命名为“天问一号”。若已知“天问一号”探测器在距离火星中心为 r_1 的轨道上做匀速圆周运动，其周期为 T_1 。火星半径为 R_0 ，自转周期为 T_0 。引力常量为 G ，若火星与地球运动情况相似，下列说法正确的是（ ）

A. 火星的质量为 $\frac{4\pi^2 R_0^3}{GT_1^2}$

B. 火星表面两极的重力加速度为 $\frac{4\pi^2 r_1^3}{T_1^2 R_0^3}$

C. “天问一号”探测器环绕速度为 $\frac{2\pi r_1}{T_1} \sqrt{\frac{r_1}{R_0}}$

D. 火星的同步卫星距离星球表面高度为 $r_1 \sqrt{\frac{T_0^2}{T_1^2}} - R_0$

【答案】B

【解析】

【详解】A. 设火星的质量为 M ，“天问一号”探测器的质量为 m ，“天问一号”探测器在距离火星中心为 r_1 的轨道上做匀速圆周运动，有

$$G \frac{Mm}{r_1^2} = m \left(\frac{2\pi}{T_1} \right)^2 r_1$$

解得

$$M = \frac{4\pi^2 r_1^3}{GT_1^2}$$

A 错误；

B. 假定有一质量为 m_1 的物体静止在火星两极表面上，则有

$$m_1 g = G \frac{Mm_1}{R_0^2}$$

得

$$g = \frac{GM}{R_0^2} = \frac{4\pi^2 R_1^3}{T_1^2 R_0^2}$$

B 正确；

C. 设“天问一号”探测器环绕速度为 v ，则有

$$G \frac{Mm}{r_1^2} = m \frac{v^2}{r_1}$$

解得

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r_1}} = \frac{2\pi r_1}{T_1}$$

C 错误；

D. 设火星的同步卫星的质量为 m_3 ，距离星球表面高度为 h ，则有

$$G \frac{Mm_3}{(R_0 + h)^2} = m_3 \left(\frac{2\pi}{T_0} \right)^2 (R_0 + h)$$

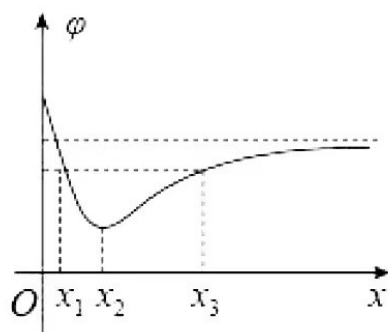
解得

$$h = \sqrt[3]{\frac{GMT_0^2}{4\pi^2}} - R_0 = r_1 \sqrt[3]{\frac{T_0^2}{T_1^2}} - R_0$$

D 错误。

故选 B。

6. 如图所示为某静电场中 x 轴上各点电势 φ 的分布图，一个带电粒子从坐标原点 O 处静止释放，仅在静电力作用下从坐标原点 O 沿 x 轴正方向运动，则（ ）



A. 粒子一定带负电

B. 粒子在 x_1 与 x_3 两点的加速度相等

C. 粒子从 x_1 运动到 x_3 ，电势能先减小后增大

D. 粒子释放后将在 x 轴正方向某一范围内做往复运动

【答案】C

【解析】

【分析】

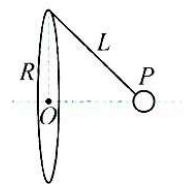
【详解】A. 由题图可知，从 x_1 到 x_2 电势逐渐降低，说明电场方向水平向右，粒子从静止开始向右运动，受力与场强方向相同，故带正电，故 A 错误。

B. 由 $\varphi-x$ 图像的斜率大小等于电场强度的大小可知，在 x_1 与 x_3 处，切线斜率不同，则电场强度不相同，故加速度不相等，故 B 错误。

C. 从 x_1 到 x_3 电势先降低后升高，粒子的电势能先减小后增大，故 C 正；

D. 从原点到 x 轴正方向任意一点电势差均不为零，电场力对粒子做正功，速度一直向右，故 D 错误。
故选 C。

7. 如图所示，半径为 R 的金属圆环固定在竖直平面，金属环均匀带电，带电量为 Q ，一长为 $L=2R$ 的绝缘细线一段固定在圆环最高点，另一端连接一质量为 m 、带电量为 q （未知）的金属小球（可视为质点）。稳定时带电金属小球在过圆心且垂直圆环平面的轴上的 P 点处于平衡状态，点 P' （图中未画出）是点 P 关于圆心 O 对称的点。已知静电常量为 k ，重力加速度为 g ，若取无穷远为零势面，下列说法正确的是（ ）



A. O 点的场强一定为零

B. P' 点场强大小为 $\frac{\sqrt{3}kQ}{8R^2}$

C. 金属带电小球的电量为 $q = \frac{8mgR^2}{kQ}$

D. 剪断细线瞬间，小球加速度水平向右

【答案】C

【解析】

【详解】A. 根据对称性可知，带电量 Q 的圆环，在圆心 O 点场强为 0，带电金属小球在 O 点的场强不为 0，所以 O 点的场强不为零，故 A 错误；

B. 设细线与半径的夹角为 θ ，由几何关系

$$\cos\theta = \frac{R}{L} = \frac{1}{2}$$

$$\theta = 60^\circ$$

由微元法，无限划分，设每一极小段圆环带电量为 Δq ，则

$$\sum k \frac{\Delta q}{L^2} \sin\theta = \Delta E$$

其中

$$\sum \Delta q = Q$$

解得

$$E_P = \frac{\sqrt{3}kQ}{2L^2} = \frac{\sqrt{3}kQ}{8R^2}$$

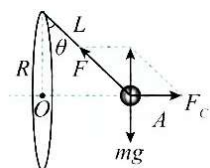
根据对称性可知，带电量为 Q 的圆环，在 P 、 P' 两点的场强大小相等，方向相反，即带电量为 Q 的圆环在 P'

点的场强大小为 $\frac{\sqrt{3}kQ}{8R^2}$ ，而 P' 点的场强大小是圆环与带电金属小球在 P' 的电场强度的叠加，所以

$$E_{P'} \neq \frac{\sqrt{3}kQ}{8R^2}$$

故 B 错误；

C. 对小球受力分析如图，则



$$qE_P = mg \tan 60^\circ$$

解得

$$q = \frac{8mgR^2}{kQ}$$

选项 C 正确；

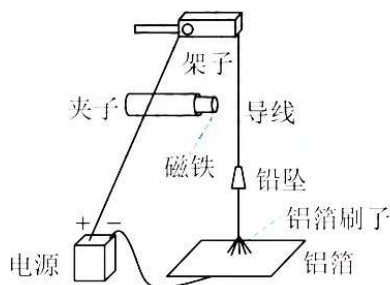
D. 剪断细线瞬间，小球受合外力沿细线方向斜向右下，则加速度方向斜向右下方，选项 D 错误。

故选 C。

二、多项选择题：本大题共 3 小题，每小题 5 分，共 15 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对的得 5 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

8. 如图所示，在架子上吊着一根带绝缘层的导线，右侧导线下部某处装有一个铅坠，使导线保持竖直状态，

下端连接着一个铝箔刷子，刷子下方放置一张铝箔，调整刷子的高度使之下端刚好与铝箔接触。将左侧导线接到电源的正极上，电源的负极连接铝箔，用可移动的夹子水平地夹住一根强磁铁，右端 N 极正对右侧导线，接通电源，发现右侧导线在摆动，下列判断正确的是（ ）



- A. 右侧导线开始时垂直纸面向里摆动
- B. 右侧导线在摆动过程中受到恒定的安培力
- C. 右侧导线在整个摆动过程中安培力始终对其做正功
- D. 同时改变电流方向及磁铁的磁极方向，右侧导线开始摆动方向与原来相同

【答案】D

【解析】

【详解】A. 根据左手定则可判断得，右侧导线开始时，受到垂直纸面向外的安培力作用，所以导线垂直纸面向外摆动，故 A 错误；

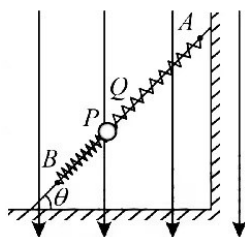
B. 右侧导线在摆动过程中，当铝箔刷子与下端铝箔分开时，导线中无电流通过，不受安培力作用，故 B 错误；

C. 右侧导线在整个摆动过程中安培力的方向既有与导线运动方向相同的情况，也有与导线运动方向相反的情况，所以安培力对导线有做正功，也有做负功，故 C 错误；

D. 根据左手定则可判断得，同时改变电流方向及磁铁的磁极方向，右侧导线所受安培力方向不变，所以开始摆动方向与原来相同，故 D 正确。

故选 D。

9. 如图所示，固定光滑绝缘的直杆上套有一个质量为 m 、带电量为 $+q$ 的小球和两根原长均为 L 的轻弹簧，两根轻弹簧的一端与小球绝缘相连，另一端分别固定在杆上相距为 $2L$ 的 A 、 B 两点，空间存在方向竖直向下的匀强电场。已知直杆与水平面的夹角为 θ ，两弹簧的劲度系数均为 $\frac{4mg\sin\theta}{L}$ ，小球在距 B 点 $\frac{4L}{5}$ 的 P 点处于静止状态， Q 点距 A 点 $\frac{4L}{5}$ ，小球在 Q 点由静止释放，重力加速度为 g 。则（ ）



- A. 匀强电场的电场强度大小为 $E = \frac{3mg \sin \theta}{5q}$
- B. 小球在 Q 点的加速度大小为 $\frac{16}{5} g \sin \theta$
- C. 小球运动的最大动能为 $\frac{12}{25} mgL \sin \theta$
- D. 小球运动到最低点的位置离 B 点的距离为 $\frac{2L}{5}$

【答案】BD

【解析】

【详解】A. 由题可知，小球在距 B 点 $\frac{4}{5}L$ 的 P 点处于静止状态，小球受到两根弹簧的弹力合力大小为

$$F = 2k\Delta x = 2 \cdot \frac{4mg \sin \theta}{L} \cdot (L - \frac{4L}{5}) = \frac{8}{5} mg \sin \theta$$

对小球由共点力平衡可得

$$(mg + qE) \sin \theta = F$$

解得

$$E = \frac{3mg}{5q}$$

故 A 错误；

B. 根据对称性，可知小球在 Q 点的受两弹簧弹力合力情况与 P 点大小相等，方向相反，根据牛顿第二定律，有

$$F + (mg + qE) \sin \theta = ma$$

解得

$$a = \frac{16}{5} g \sin \theta$$

故 B 正确；

C. 小球从 Q 点由静止下滑时，运动到 P 点时受力平衡，加速度为 0，速度最大，动能最大，从 Q 到 P 过程中，弹簧弹力总功为零，根据动能定理可得

$$(mg + qE)x_{QP} \sin \theta = E_{km} - 0$$

由几何关系可求得

$$x_{QP} = 2L - 2 \times \frac{4}{5}L = \frac{2}{5}L$$

解得

$$E_{km} = \frac{16}{25}mgL \sin \theta$$

故 C 错误；

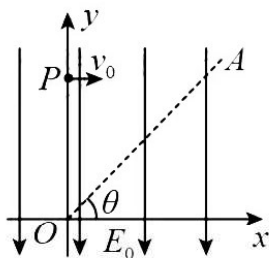
D. 由题可知，小球从 Q 点静止运动到最低点时，小球做简谐振动，P 点为平衡位置，根据简谐运动的对称性可知，小球运动最低点到 P 点距离为 $\frac{2}{5}L$ ，所以小球运动到最低点的位置离 B 点距离为

$$x = x_{PB} - \frac{2}{5}L = \frac{4}{5}L - \frac{2}{5}L = \frac{2}{5}L$$

故 D 正确。

故选 BD。

10. 如图，xOy 坐标平面的 x 轴水平，y 轴竖直，处于竖直向下、大小为 E_0 的匀强电场中，OA 为与 Ox 轴间夹角 $\theta = 45^\circ$ 的界面。质量为 m ，带电量为 $+q$ 的粒子从 y 轴上的 P 点，以某一速度 v_0 沿 x 轴正向射出，经过时间 t ，再在坐标平面内加上另一匀强电场 E ，之后粒子沿垂直于界面的方向再经时间 t 到达界面，且到达界面时速度刚好为零。不计粒子重力，下面说法正确的是（ ）



A. 粒子到达界面 OA 后会沿原运动轨迹返回 P 点

B. 粒子从 P 点射出的初速度 $v_0 = \frac{qE_0 t}{m}$

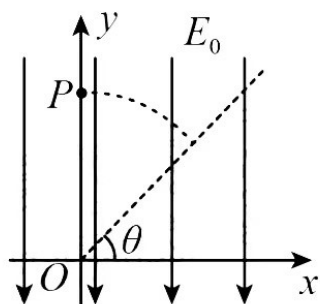
C. 后来所加匀强电场的场强 $E = \sqrt{5}E_0$

D. P 点纵坐标 $y_P = \frac{3qE_0 t^2}{m}$

【答案】BC

【解析】

【详解】



A. 粒子运动过程只受电场力作用，粒子到达斜面时速度为零，故粒子在第二个 t 内做匀减速直线运动；又有粒子在第一个 t 内只受竖直向下的电场力作用，故粒子做类平抛运动，那么，粒子运动轨迹如图中虚线所示，根据粒子在第二个 t 内做匀减速直线运动，且粒子刚好沿垂直于斜面的方向到达斜面可得，粒子到达界面 OA 后不会沿原运动轨迹返回 P 点。故 A 错误；

B. 粒子在第一个 t 末的速度方向垂直斜面，由类平抛运动加速度

$$a = \frac{qE_0}{m}$$

可得

$$\frac{v_0}{at} = \tan \theta = 1$$

粒子从 P 点射出的初速度

$$v_0 = \frac{qE_0 t}{m}$$

故 B 正确；

C. 粒子在第二个 t 内加速度的竖直分量为

$$a_y = \frac{at}{t} = a = \frac{qE_0}{m}$$

方向竖直向上；水平方向的加速度

$$a_x = \frac{v_0}{t} = \frac{qE_0}{m}$$

方向水平向左；粒子受两个电场的电场力作用，场强 E_0 产生的加速度方向竖直向下，大小为 a ，故场强 E 产生竖直向上的加速度

$$a_1 = \frac{2qE_0}{m}$$

和水平向左的加速度

$$a_2 = \frac{qE_0}{m}$$

所以，场强 E 的竖直分量为 $2E_0$ ，水平分量为 E_0 ，所以

$$E = \sqrt{5}E_0$$

故 C 正确；

D. 第一个时间 t 内，粒子做类平抛运动，在竖直方向的位移

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

水平方向的位移

$$x_1 = v_0 t$$

在第二个时间 t 内，粒子做匀减速运动，竖直方向的平均速度为 $\frac{1}{2}at$ ，水平方向的平均速度为 $\frac{1}{2}v_0$ ，故在竖直方向的位移

$$y_2 = \frac{1}{2}at \cdot t = y_1$$

水平方向的位移

$$x_2 = \frac{1}{2}v_0 \cdot t = \frac{1}{2}x_1$$

且有

$$\frac{x_2}{y_2} = \tan 45^\circ = 1$$

那么，粒子竖直位移

$$y_1 + y_2 = 2y_2$$

水平位移

$$x_1 + x_2 = 3x_2$$

所以， P 点与 x 轴的距离

$$y_p = (x_1 + x_2) \tan \theta + (y_1 + y_2) = 5x_2 = \frac{5v_0 t}{2}$$

又

$$v_0 = \frac{qE_0 t}{m}$$

所以 P 点纵坐标

$$y_p = \frac{5qE_0 t^2}{2m}$$

故 D 错误。

故选 BC。

三、填空、实验题：本大题共 2 小题，共 15 分。

11. 如图所示，图 2 为一个自动筛选鸡蛋大小的装置，可以筛选出两类大小不同的鸡蛋。当不同大小的鸡蛋传送到压力秤上时，压力秤作用在压力传感器电阻 R_1 上，其电阻值随压力秤所受压力的变化图像如图 2 所示。 R_2 是可调节电阻，其两端电压经放大电路放大后可以控制电磁铁是否吸动衔铁并保持一段时间。当电压超过某一数值时电磁铁可以吸动衔铁使弹簧下压，鸡蛋就进入 B 通道。已知电源电动势 $E=6V$ ，内阻不计， R_2 调节为 10Ω 。

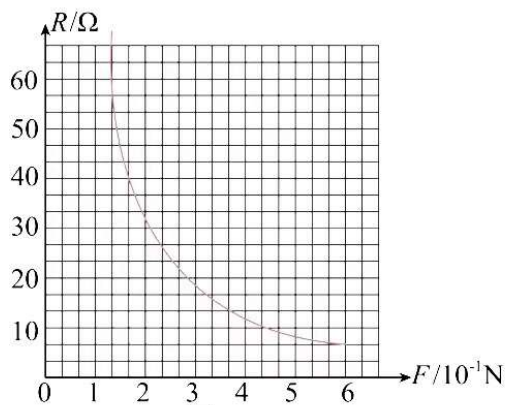


图1

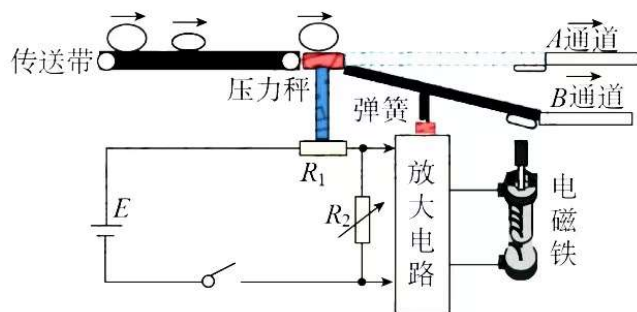


图2

- (1) 由图 1 可知，压力传感器的电阻值 R_1 随压力的增大而_____（填：“增大、减小”）。
- (2) 从 B 通道通过的是_____鸡蛋（填：“大、小”）。
- (3) 由两个图可知，若 R_2 两端的电压超过 3V 时，电磁铁可以吸动衔铁向下，则选择的大鸡蛋对压力秤的压力要大于_____N。（保留到小数点后两位）
- (4) 要想选择出更大的鸡蛋，需要把电阻 R_2 的阻值调_____（填：“大、小”）。

【答案】 ①. 减小 ②. 大 ③. 0.45##0.46##0.47##0.48

④. 小

【解析】

【详解】(1) [1]由图 1 可知 F 越大 R 越小，即压力传感器的电阻值 R_1 随压力的增大而减小。

(2) [2]当鸡蛋质量较大时,压力秤作用于 R_1 的压力 F 较大,则 R_1 较小,令通过 R_2 的电流较大,故 R_2 两端电压较大,经过放大电路放大后电压超过某一数值时电磁铁可以吸动衔铁使弹簧下压,鸡蛋就进入B通道。所以从B通道通过的是大鸡蛋。

(3) [3]根据闭合电路欧姆定律

$$E = U_2 + IR_1 = U_2 + \frac{U_2}{R_2} R_1$$

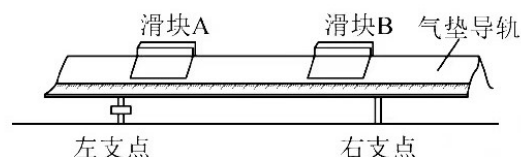
解得

$$R_1 = 10\Omega$$

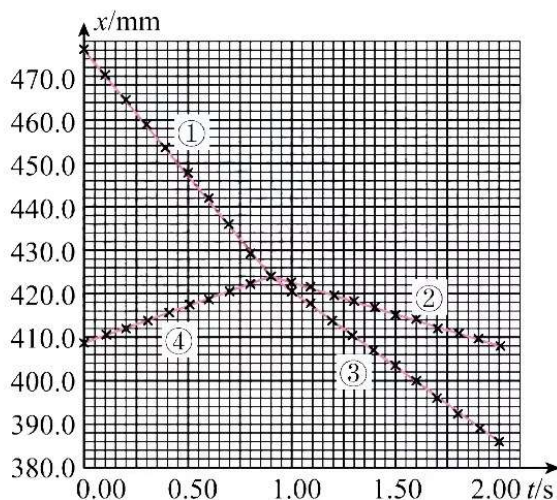
由图1,当 $R_1 = 10\Omega$ 时, $F = 0.47\text{N}$ 。所以选择的打鸡蛋对压力秤的压力要大于 0.47N 。

(4) [4]要选出更大的鸡蛋,即要相同的鸡蛋送到压力秤时,令 R_2 两端的电压较原来的小,所以需要把 R_2 的阻值调小。

12. 如图为某小组探究两滑块碰撞前后的动量变化规律所用的实验装置示意图。带刻度尺的气垫导轨右支点固定,左支点高度可调,装置上方固定一具有计时功能的摄像机。



- (1) 要测量滑块的动量,除了前述实验器材外,还必需的实验器材是_____。
- (2) 为减小重力对实验的影响,开动气泵后,调节气垫导轨的左支点,使轻推后的滑块能在气垫导轨上近似做_____运动。
- (3) 测得滑块B的质量为 197.8g ,两滑块碰撞前后位置 x 随时间 t 的变化图像如图所示,其中①为滑块B碰前的图线。取滑块A碰前的运动方向为正方向,由图中数据可得滑块B碰前的动量为_____ $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (保留2位有效数字),滑块A碰后的图线为_____ (选填“②”“③”“④”)。



【答案】 ①. 天平 ②. 匀速直线 ③. -0.011 ④. ③

【解析】

【详解】(1) [1]要测量滑块的动量还需要测量滑块的质量，故还需要的器材是天平；

(2) [2]为了减小重力对实验的影响，应该让气垫导轨处于水平位置，故调节气垫导轨后要使滑块能在气垫导轨上近似做匀速直线运动；

(3) [3]取滑块 A 碰前运动方向为正方向，根据 x-t 图可知滑块 B 碰前的速度为

$$v_B = \frac{0.424 - 0.476}{0.9} \text{ m/s} = -0.058 \text{ m/s}$$

则滑块 B 碰前的动量为

$$p_B = m_B v_B = 0.1978 \text{ kg} \times (-0.058) \text{ m/s} = -0.011 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

[4]由题意可知两物块相碰要符合碰撞制约关系则④图线为碰前 A 物块的图线，由图可知碰后③图线的速度大于②图线的速度，根据“后不超前”的原则可知③为碰后 A 物块的图线。

四、计算题：本大题共 3 小题，共 41 分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后结果的不能得分。有数据计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。

13. 图甲所示为 2022 年北京冬奥会上以“雪如意”命名的跳台滑雪场地。图乙为跳台滑雪赛道的简化图，由助滑道、起跳区、着陆坡等几段组成，助滑道和着陆坡与水平面的夹角 θ 均为 37° ，直线 AB 段长度 $L=100\text{m}$ 。运动员连同装备总质量 $m=60\text{kg}$ ，由 A 点无初速下滑，从起跳区的 C 点起跳后降落在着陆坡上的 D 点。重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。

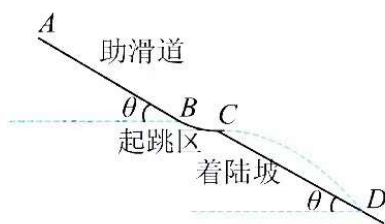
(1) 若忽略运动员在助滑道上受到的一切阻力，求运动员下滑到 B 点的速度大小 v_1 ；

(2) 若由于阻力的影响，运动员实际下滑到 B 点的速度大小 $v_2=30\text{m/s}$ ，求运动员从 A 点下滑到 B 点过程中克服阻力做的功；

(3) 若运动员从 C 点起跳时的速度大小 $v_3=32\text{m/s}$ ，方向沿水平方向，忽略其在空中运动时受到的一切阻力，求运动员在空中运动过程中动量的变化量 Δp ?



甲



乙

【答案】(1) $20\sqrt{3}\text{m/s}$; (2) 9000J ; (3) $2880\text{kg}\cdot\text{m/s}$

【解析】

【详解】(1) 由牛顿第二定律可得

$$mg\sin\theta = ma$$

代入数据可得

$$a = 6\text{m/s}^2$$

由匀加速直线运动公式

$$v_1^2 = 2aL$$

代入数据可得

$$v_1 = 20\sqrt{3}\text{m/s}$$

(2) 从 A 到 B，根据动能定理

$$mgl\sin\theta - W_f = \frac{1}{2}mv_2^2$$

解得

$$W_f = 9000\text{J}$$

(3) 设 CD 间距离为 L' ，根据平抛运动的规律，水平方向有

$$L'\cos\theta = v_3t$$

竖直方向有

$$L' \sin \theta = \frac{1}{2} g t^2$$

$$v_y = g t$$

由于水平方向做匀速直线运动，故水平方向动量不变。竖直方向做自由落体运动，竖直方向的动量变化量即为运动员在空中运动过程中动量的变化量，即

$$\Delta p = m v_y$$

联立解得

$$L' = 192 \text{ m}$$

$$v_y = 48 \text{ m/s}$$

$$\Delta p = 2880 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

【点睛】根据运动在各个运动阶段的受力情况，判断各个运动阶段的运动情况，再根据运动规律或者功能关系进行解答。明确运动员在空中的运动规律，分析运动员在空中的运动情况得出其动量的变化情况。

14. 能量转化和守恒是自然界中一条普遍规律，请结合相关规律完成下列问题。

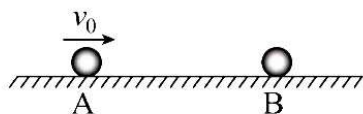
(1) 如图所示，带正电的质点 B（用小球表示）固定在光滑绝缘水平面上，请根据功是能量转化的量度证明：带同种电荷的质点 A 从远处靠近 B 的过程中，动能和电势能之和保持不变。AB 间的相互作用视为静电作用。

(2) 已知两个电荷量分别为 q_1 和 q_2 的点电荷，取间距无限远时二者的电势能为 0，当者间距为 r 时，系统的电势能为 $E_p = \frac{k q_1 q_2}{r}$ ，其中 k 为静电力常量。第 (1) 问中的 A 从很远处以初速度 v_0 向 B 球运动，A 的速度始终沿着两球的连线方向，二者始终没有接触。A、B 的质量均为 m ，电荷均为 q ，求两带电质点的最小距离 l 。

(3) 核聚变又称为热核反应，发生反应需要很高的温度，粒子的热运动极其剧烈，这样发生聚变的粒子才能克服库仑力接近到核力可以有效作用的范围。经典理论认为，大量粒子的平均动能和温度之间满足

$$E_k = \frac{3}{2} k_b T, \text{ 其 } k_b = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}, T \text{ 为热力学温度。若核力可以有效作用的距离为 } 1.5 \times 10^{-15} \text{ m, 元}$$

电荷的电荷量为 $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ，静电力常量 $k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ 。不考虑相对论效应。按经典物理学，将两个氦核看作两个点电荷，若只考虑氦核之间动能和电势能的转化，它们相向运动时核反应最容易发生。请你估算两个氦核 (^4He) 发生核反应时的温度。



【答案】(1) 证明见解析；(2) $\frac{4kq^2}{mv_0^2}$ ；(3) $3.7 \times 10^9 \text{T}$

【解析】

【详解】(1) 点电荷从 A 到 B 的过程中，根据动能定理得

$$W_{\text{电}} = E_{k2} - E_{k1}$$

又根据静电力做功与电势能变化的关系可得

$$W_{\text{电}} = E_{p2} - E_{p1}$$

联立两式，可得

$$E_{k2} + E_{p2} = E_{k1} + E_{p1}$$

所以，带同种电荷的质点 A 从远处靠近 B 的过程中，动能和电势能之和保持不变；

(2) 依题意，可知当 A、B 两带电质点的速度相等时，此时二者间距离最小，根据 (1) 结论可得

$$0 + \frac{1}{2}mv_0^2 = k\frac{q^2}{l} + 2 \times \frac{1}{2}mv^2$$

根据系统动量守恒，有

$$mv_0 = 2mv$$

联立求得

$$l = \frac{4kq^2}{mv_0^2}$$

(3) 开始时两个氦核相距无穷远，势能为 0，平均动能为 E_k ，当接近为临界距离 r_0 时，动能转化为势能，则有

$$2E_k = 2 \times \frac{3}{2}k_b T = \frac{ke^2}{r_0}$$

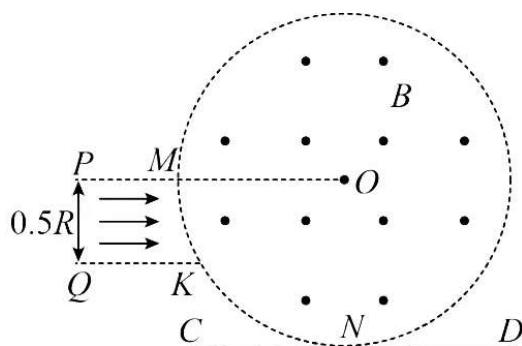
可得

$$T = \frac{ke^2}{3k_b r_0} = 3.7 \times 10^9 \text{T}$$

15. 如图所示，半径为 R 的圆形区域内有垂直于纸面向外的匀强磁场，大量比荷为 $\frac{q}{m}$ 、速度大小范围为

$0 \sim \sqrt{3}v_0$ 的粒子从 PM 和 QK 间平行于 PM 射入圆形磁场区域, PM 与圆心 O 在同一直线上, PM 和 QK 间距离为 $0.5R$, 已知从 M 点射入的速度为 v_0 的粒子刚好从 N 点射出圆形磁场区域, N 点在 O 点正下方, 不计粒子重力以及粒子间的相互作用。求:

- (1) 圆形区域磁场的磁感应强度 B 及带电粒子电性;
- (2) 圆形区域内有粒子经过的面积;
- (3) ①粒子到达 N 点时速度方向与 ON 之间夹角 θ 的最大值;
- ②挡板 CN 、 ND 下方有磁感应强度为 $2B$ 、方向垂直于纸面向里的匀强磁场, $ND=R$, 直线 CD 与圆形区域相切于 N 点, 到达 N 点的粒子均能从板上小孔进入下方磁场, 挡板 ND 绕 N 点在纸面内顺时针旋转, ND 板下表面上有粒子打到的区域长度 l 与板旋转角度 α ($0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$) 之间的函数关系式。



【答案】(1) $B = \frac{mv_0}{qR}$, 带正电; (2) $\pi - \frac{5\sqrt{3}}{6}$; (3) ① 60° , ② $l = l_{NF} + l_{NG} = R \cos \alpha - R \cos(\alpha + 30^\circ)$,

其中 ($0^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$) 或 $l = R \cos \alpha$, 其中 $60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$

【解析】

【分析】

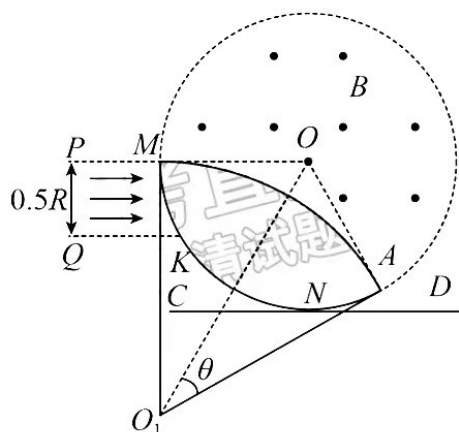
【详解】(1) 速度为 v_0 的粒子从 M 点射入, 从 N 点出, 轨道半径为 r , 由几何关系可知

$$r=R$$

$$qv_0B = m \frac{v_0^2}{r}$$

$$B = \frac{mv_0}{qR}$$

由左手定则判断可得粒子带正电



(2) 速度为 $\sqrt{3}v_0$ 的粒子从 M 射入，射出点为 A ，如图所示

$$q\sqrt{3}v_0B = m \frac{(\sqrt{3}v_0)^2}{r}$$

$$MO_1 = r' = \sqrt{3}R$$

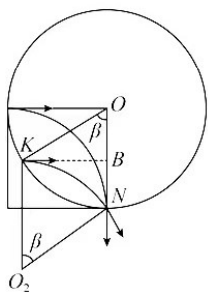
$$\tan \theta = \frac{R}{r'} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\theta = 30^\circ$$

$$\angle MOA = 2(90^\circ - \theta) = 120^\circ$$

MK 间入射的速度为 $0 \sim \sqrt{3}v_0$ 的粒子能到达的区域为图中阴影部分，面积

$$S = \left(\frac{1}{3} \pi R^2 - \frac{\sqrt{3}}{2} R \times \frac{1}{2} R \right) + \left(\frac{1}{6} \pi r^2 - \frac{1}{2} \times \frac{\sqrt{3}}{2} r^2 \right) = \left(\pi - \frac{5\sqrt{3}}{6} \right)$$



(3) 如图，由几何关系可知，能到达 N 点的带电粒子速度均为 v_0 ，半径均为 $r=R$ ， $\triangle KOB$ 中有

$$\cos \beta = \frac{OB}{OK} = \frac{0.5R}{R} = \frac{1}{2}$$

$\beta = 60^\circ$

从 K 点射入带电粒子速度偏转角为 60° ，从 M 入射带电粒子速度偏转角为，从 N 点出射的粒子速度与 ON 的夹角最大值为

$$90^\circ - \beta = 60^\circ$$

挡板下方磁感应强度为 $2B$, 粒子均以速度 v_0 进入 (如图), 有

$$qv_0 2B = m \frac{v_0^2}{r''}$$

轨道半径

$$r'' = \frac{1}{2}R$$

 ΔNFD 中有

$$l_{NF} = ND \cos \alpha = 2r'' \cos \alpha$$

连接 HG 构成三角形, $\triangle NHG$ 中有 $\angle DNH=30^\circ$

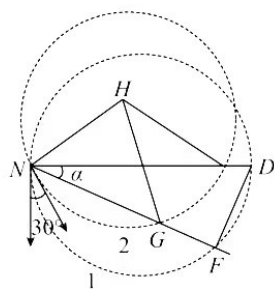
$$l_{AG} = 2r'' \cos(\alpha + 30^\circ)$$

ND 板下表面被粒子打到的长度为

$$l = l_{NF} + l_{NG} = R \cos \alpha - R \cos(\alpha + 30^\circ) \quad (0^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ)$$

或

$$l = R \cos \alpha \quad (60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ)$$



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

Q 自主选拔在线