

2021 年北京市海淀区高三一模物理考试试卷**第一部分**

本部分共 14 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. 下列说法中正确的是

- A. 汤姆孙发现电子，表明原子核是可分的
- B. 卢瑟福通过 α 粒子散射实验证实了在原子核内部存在质子
- C. 在核反应方程 ${}_2^4\text{He} + {}_4^9\text{Be} \rightarrow {}_6^{12}\text{C} + \text{X}$ 中，X表示的是质子
- D. 质子与中子结合成氘核的过程中会释放能量

2. 下列说法中正确的是

- A. 水中花粉颗粒的布朗运动是由水分子的无规则运动引起的
- B. 用打气筒向篮球内充气时需要用力，说明气体分子间有斥力
- C. 分子间的斥力和引力总是同时存在的，且随着分子之间的距离增大而增大
- D. 当分子力表现为斥力时，分子势能随分子之间的距离增大而增大

3. 一定质量的理想气体，在体积保持不变的条件下，若气体温度升高，则

- A. 气体中每个分子热运动的动能一定都变大
- B. 气体中每个分子对器壁撞击的作用力都变大
- C. 气体的压强可能不变
- D. 气体一定从外界吸收热量

4. 由 a 和 b 两种频率的光组成的光束，经玻璃三棱镜折射后的光路如图1所示， a 光是氢原子由 $n = 4$ 的能级向 $n = 2$ 的能级跃迁时发出的。下列说法中正确的是



图1

- A. 该三棱镜对 a 光的折射率较大
- B. 在该三棱镜中， a 光的传播速度小于 b 光的传播速度
- C. 用同一双缝干涉装置进行实验， a 光干涉条纹的间距大于 b 光干涉条纹的间距
- D. b 光可能是氢原子从 $n = 3$ 的能级向 $n = 2$ 的能级跃迁时发出的

5. 一列沿x轴传播的简谐横波，在 $t = 0$ 时的波形如图2甲所示， P 、 Q 是波上的两个质点，此时质点 P 沿 y 轴负方向运动。图2乙是波上某一质点的振动图像。下列说法中正确的是

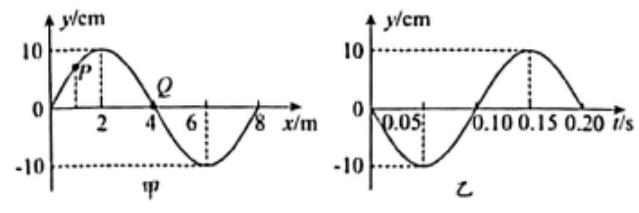


图2

- A. 该波沿x轴负方向传播
- B. 图2乙可能为 Q 点的振动图像
- C. $t = 0.10\text{s}$ 时，质点 P 沿 y 轴正方向运动
- D. 该波的波速为 80m/s

6. 如图3所示， A 、 B 为两个等量正点电荷连线上的两点（其中 B 为连线中点）， C 为连线中垂线上的一点。今将一带负电的试探电荷自 A 沿直线移到 B 再沿直线移到 C 。下列说法中正确的是

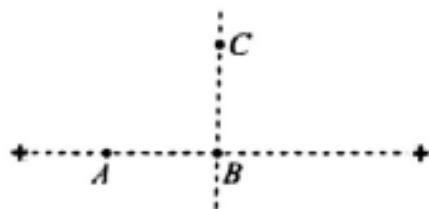
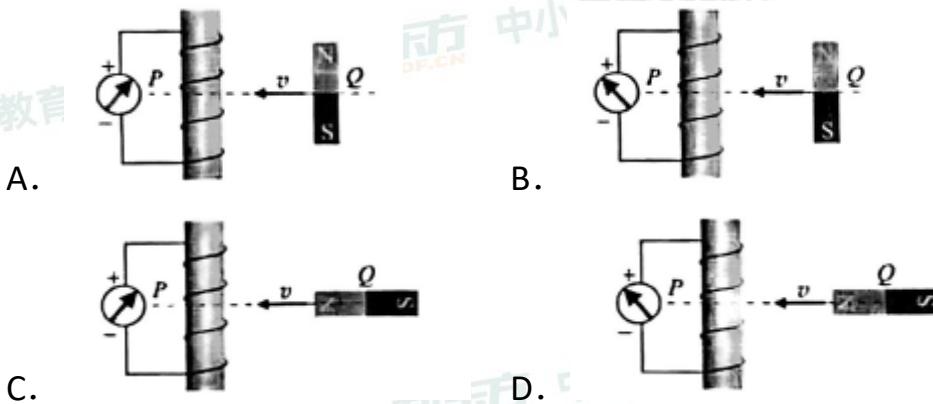


图3

- A. B 点的场强比 C 点的场强大
- B. A 点的电势比 C 点的电势高
- C. 从 A 点移到 B 点的过程中，电场力对该试探电荷做正功
- D. 从 B 点移到 C 点的过程中，该试探电荷的电势能保持不变

7. 线圈绕制在圆柱形铁芯上，通过导线与电流计连接组成闭合回路。条形磁铁的轴线和铁芯的轴线及连接线圈和电流计的导线在同一平面内，铁芯、线圈及条形磁铁的几何中心均在与铁芯垂直的PQ连线上。条形磁铁分别与线圈相互平行或相互垂直放置，使其沿QP方向靠近线圈。若电流从电流计“+”接线柱流入时电流计指针向右偏转，在如下情形中能观察到明显的电磁感应现象，且图中标出的电流计指针偏转方向正确的是



8. 如图4所示，在做“测量玻璃的折射率”实验时，先在白纸上放好一块两面平行的玻璃砖，描出玻璃砖的两个边MN和PQ，在玻璃砖的一侧插上两枚大头针 P_1 和 P_2 ，然后在另一侧透过玻璃砖观察，再插上大头针 P_3 、 P_4 ，然后做出光路图，根据光路图计算得出玻璃的折射率。关于此实验，下列说法中正确的是

- A. 大头针 P_4 须挡住 P_3 及 P_1 、 P_2 的像
- B. 入射角越大，折射率的测量越准确
- C. 利用量角器量出 i_1 、 i_2 ，可求出玻璃砖的折射率 $n = \frac{\sin i_2}{\sin i_1}$
- D. 如果误将玻璃砖的边PQ画到 $P'Q'$ ，折射率的测量值将偏大

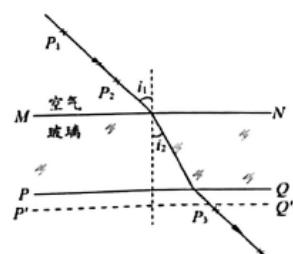


图4

9. 如图 5 所示，小明在体验蹦极运动时，把一端固定的长弹性绳绑在踝关节处，从高处由静止落下。将小明的蹦极过程近似为在竖直方向的运动，在运动过程中，把小明视作质点，不计空气阻力。下列判断中正确的是

- A. 下落到弹性绳刚好被拉直时，小明的下落速度最大
- B. 从开始到下落速度最大，小明动能的增加量小于其重力势能的减少量
- C. 从开始到下落至最低点的过程，小明的机械能守恒
- D. 从开始到下落至最低点，小明重力势能的减少量大于弹性绳弹性势能的增加量



图 5

10. 如图 6 所示，理想变压器的原、副线圈匝数比为 $2:1$ ，原线圈接在 $u = U_m \cos(\omega t + \varphi)$ 的交流电源上，副线圈接一定值电阻 R_0 和滑动变阻器 R ，电流表、电压表均为理想交流电表。当滑动变阻器 R 的滑片 P 由 a 端向 b 端缓慢滑动时，下列说法中正确的是

- A. 电流表 A_1 、 A_2 的示数之比为 $2:1$
- B. 电压表 V_1 、 V_2 的示数之比为 $1:2$
- C. 滑动变阻器 R 消耗的功率可能先增大后减小
- D. 原线圈的输入功率可能减小

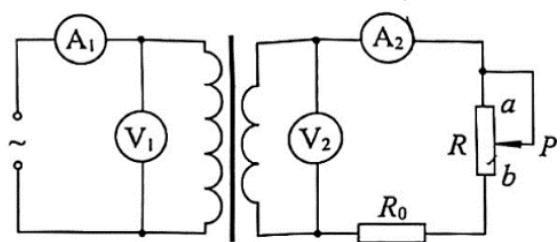


图 6

11. 如图 7 所示，甲、乙两运动员在水平冰面上训练滑冰，恰好同时到达虚线 PQ ，然后分别沿半径为 r_1 和 r_2 ($r_2 > r_1$) 的滑道做匀速圆周运动，运动半个圆周后匀加速冲向终点线。设甲、乙两运动员质量相等，他们做圆周运动时所受向心力大小相等，直线冲刺时的加速度大小也相等。下列判断中正确的是

- A. 在做圆周运动时，甲所用的时间比乙的长
- B. 在做圆周运动时，甲、乙的角速度大小相等
- C. 在冲刺时，甲一定先到达终点线
- D. 在冲刺时，乙到达终点线时的速度较大

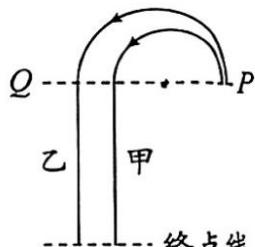


图 7

12. 如图 8 所示的电路中，已知电源电动势为 E ，内阻为 r 。闭合开关，调节滑动变阻器 R 的滑片的位置可以改变外电路的电阻，电压表的示数 U 、电流表的示数 I 、电源的总功率 P 都将随之改变。以下四幅图中能正确反映 $P - I$ 、 $P - U$ 关系的是

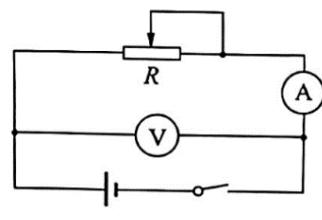
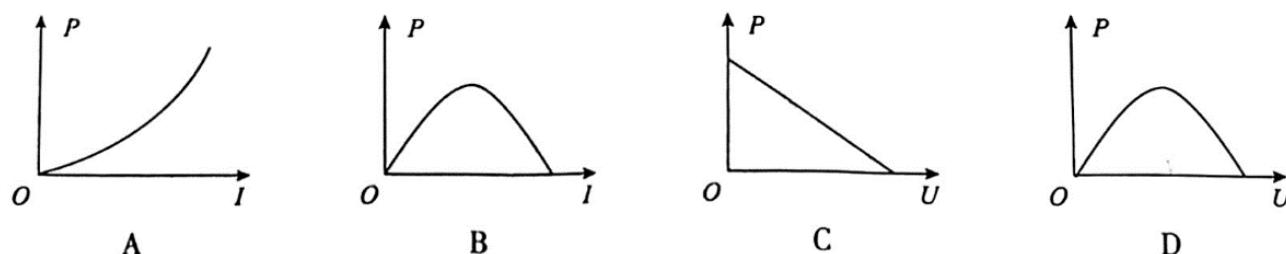


图 8



13. 如图 9 甲所示，质量为 0.4kg 的物块在水平力 F 作用下可沿竖直墙面滑动，物块与竖直墙面间的动摩擦因数为 0.5 。力 F 随时间 t 变化的关系如图 9 乙所示。若 $t = 0$ 时物块的速度为 0 ，设物块所受最大静摩擦力等于滑动摩擦力， g 取 10m/s^2 。下列图像中，能正确反映物块所受摩擦力 f 大小与时间 t 变化关系的是

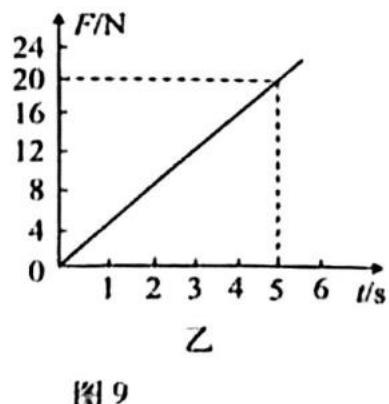
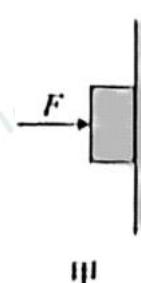
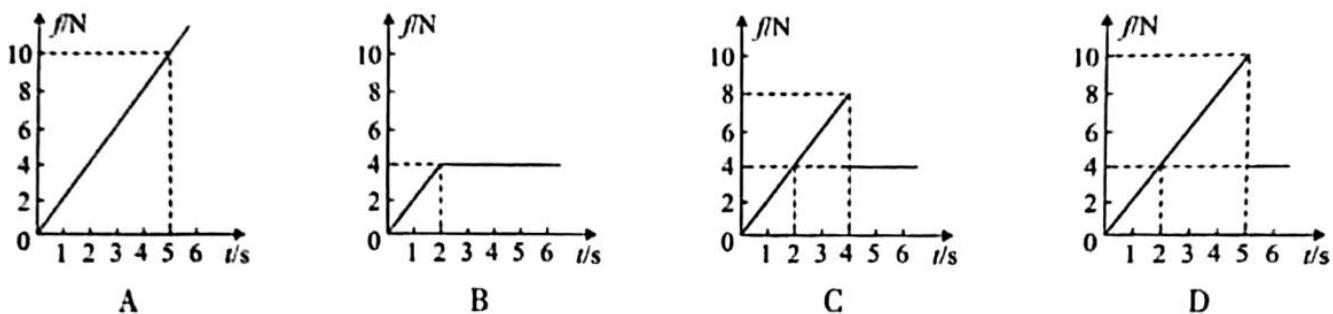


图 9



14. 2020年12月17日凌晨，嫦娥五号返回器在我国内蒙古中部四子王旗着陆场成功着陆，这一事件标志着我国首次月球采样任务取得圆满成功。此次任务中，为了节省燃料、保证返回器的安全，也为之后的载人登月返回做准备，返回器采用了半弹道跳跃返回方式，具体而言就是返回器先后经历两次“再入段”，利用大气层减速。返回器第一次再入过程中，除受到大气阻力外还会受到垂直速度方向的大气升力作用，使其能再次跳跃到距地面高度120km以上的大气层，做一段跳跃飞行后，又再次进入距地面高度120km以下的大气层，使再入速度达到安全着陆的要求。这一返回过程如图10所示。若不考虑返回器飞行中质量的变化，从以上给出的信息，可以判断下列说法中正确的是

- A. 若没有大气层的减速作用，返回器返回着陆点时的速度等于第一宇宙速度
- B. 返回器在第一次再入段，经过轨道最低点前已开始减速
- C. 返回器在第一次再入段，经过轨道最低点时所受大气升力与万有引力大小相等
- D. 返回器从第一次再入至着陆过程中与大气摩擦产生的热量等于其第一次再入时的动能

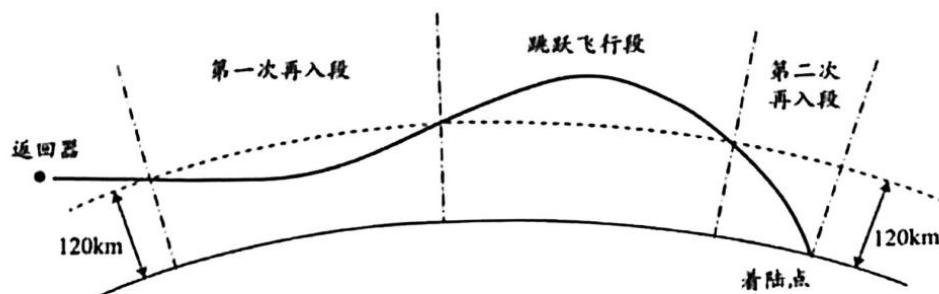


图 10

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15. (8 分) 现用如图 11 所示双缝干涉实验装置来测量光的波长。

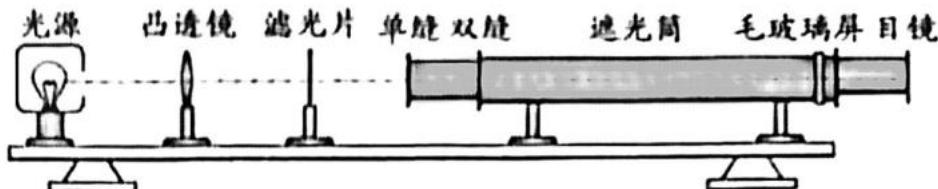


图 11

(1) 在组装仪器时单缝和双缝应该相互_____放置。(选填“垂直”或“平行”);

(2) 已知测量头主尺的最小刻度是毫米, 副尺上有 50 分度。某同学调整手轮使测量头的分划板中心刻线与某亮纹中心对齐, 并将该亮纹定为第 1 条亮纹, 此时测量头上游标卡尺的读数为 1.16mm; 接着再同方向转动手轮, 使分划板中心刻线与第 6 条亮纹中心对齐, 此时测量头上游标卡尺的示数如图 12 所示, 则读数为

_____mm。已知双缝间距 $d = 2.00 \times 10^{-4} m$, 测得双缝到毛玻璃屏的距离 $L = 0.800 m$, 所测光的波长 $\lambda =$ _____nm。(保留 3 位有效数字);

(3) 为减小误差, 该实验并未直接测量相邻亮条纹间的距离 Δx , 而是先测量 n 个条纹的间距再求出 Δx 。下列实验采用了类似方法的有_____。

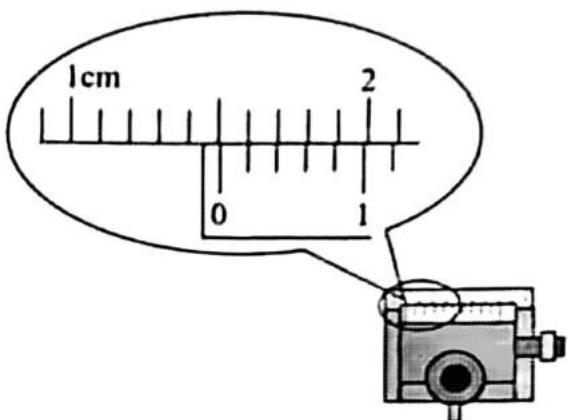


图 12

A. 《探究两个互成角度的力的合成规律》的实验中合力的测量

B. 《探究弹簧弹力与形变量的关系》的实验中弹簧的形变量的测量

C. 《用单摆测重力加速度》的实验中单摆的周期的测量

D. 《用油膜法估测油酸分子的大小》的实验中 1 滴油酸酒精溶液体积的测量

16. (10分) 如图13所示, 用“碰撞实验器”可以验证动量守恒定律, 即研究两个半径相同的小球在轨道水平部分碰撞前后的动量关系。

(1) 为完成此实验, 以下提供的测量工具中, 本实验必须使用的是_____。(选填选项前的字母)

- A. 刻度尺
- B. 天平
- C. 打点计时器
- D. 秒表

(2) 关于本实验, 下列说法中正确的是_____。(选填选项前的字母)

- A. 同一组实验中, 入射小球必须从同一位置由静止释放
- B. 入射小球的质量必须小于被碰小球的质量
- C. 轨道倾斜部分必须光滑
- D. 轨道末端必须水平

(3) 图13中O点是小球抛出点在地面上的垂直投影, 实验时先让入射小球多次从斜轨上位置S由静止释放, 通过白纸和复写纸找到其平均落地点的位置P, 测出平抛射程OP。然后, 把被碰小球静置于轨道的水平部分末端, 仍将入射小球从斜轨上位置S由静止释放, 与被碰小球相碰, 并多次重复该操作, 两小球平均落地点位置分别M、N。实验中还需要测量的有_____。(选填选项前的字母)

- A. 入射小球和被碰小球的质量 m_1 、 m_2
- B. 入射小球开始的释放高度h
- C. 小球抛出点距地面的高度H
- D. 两球相碰后的平抛射程OM、ON

(4) 在某次实验中, 记录的落点平均位置M、N几乎与OP在同一条直线上, 在实验误差允许范围内, 若满足关系式_____, 则可以认为两球碰撞前后在OP方向上的总动量守恒。[用(3)中测量的量表示]

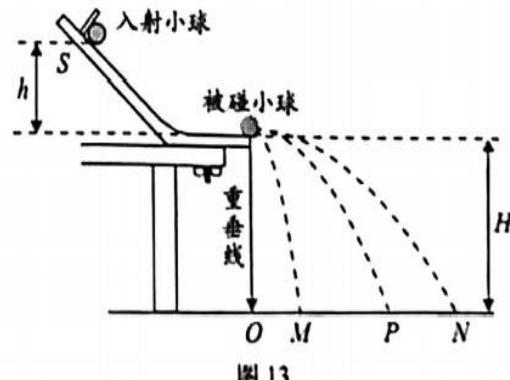


图13

(5) 某同学在上述实验中更换了两个小球的材质，且入射小球和被碰小球的质量关系为 $m_1 = 2m_2$ ，其它条件不变。两小球在记录纸上留下三处落点痕迹如图14所示。他将米尺的零刻线与O点对齐，测量出O点到三处平均落地点的距离分别为 OA 、 OB 、 OC 。该同学通过测量和计算发现，两小球在碰撞前后动量是守恒的。

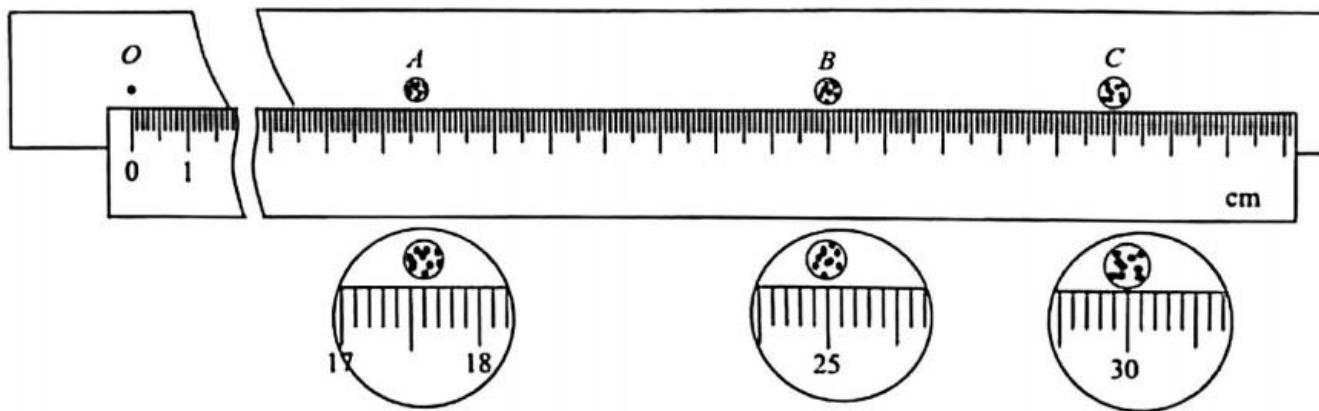


图 14

- ①由此可以判断出图14中B处是_____；
- A. 未放被碰小球，入射小球的落地点
 - B. 入射小球碰撞后的落地点
 - C. 被碰小球碰撞后的落地点
- ②若进一步研究该碰撞是否为弹性碰撞，还需要判断关系式_____是否成立。[用(5)中的物理量表示]

17. (9分) 如图15所示, 竖直面内有一光滑轨道 ABC , AB 部分与半径为 R 的圆弧 BC 平滑连接, 轨道 C 端切线沿水平方向。 AC 之间的高度差为 h , 竖直台阶 CD 之间的高度差为 H 。一质量 m 、可视为质点的滑块, 从 A 点由静止滑下, 由 C 点水平抛出, 经一段时间后落到水平地面 DE 上。重力加速度为 g , 空气阻力可忽略不计。求:

- (1) 滑块经过 C 点时的速度大小 v ;
- (2) 滑块经过 C 点时所受轨道支持力的大小 F ;
- (3) 滑块从 C 点抛出至落到水平地面 DE 过程中所受重力的冲量的大小 I 。

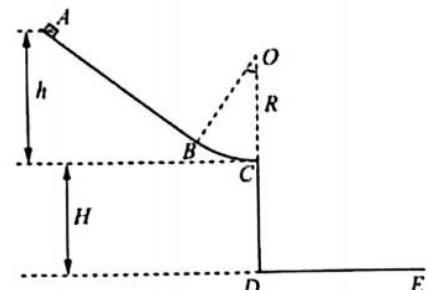


图15

18. (9分) 如图 16 所示, 空间分布着方向平行于纸面、宽度为 d 的水平匀强电场。在紧靠电场右侧半径为 R 的圆形区域内, 分布着垂直于纸面向里的匀强磁场。一个质量为 m 、电荷量为 $-q$ 的粒子从左极板上 A 点由静止释放后, 在 M 点离开加速电场, 并以速度 v_0 沿半径方向射入匀强磁场区域, 然后从 N 点射出。 MN 两点间的圆心角 $\angle MON = 120^\circ$, 粒子重力可忽略不计。

- (1) 求加速电场场强 E_0 的大小;
- (2) 求匀强磁场的磁感应强度 B 的大小;
- (3) 若仅将该圆形区域的磁场改为平行于纸面的匀强电场, 如图 17 所示, 带电粒子垂直射入该电场后仍然从 N 点射出。求该匀强电场场强 E 的大小。

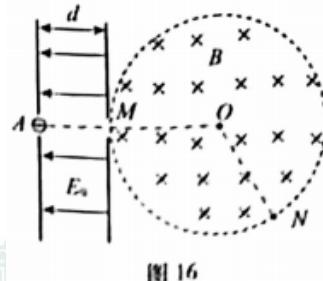


图 16

19. (10分) 电动汽车具有零排放、噪声低、低速阶段提速快等优点。随着储电技术的不断提高，电池成本的不断下降，电动汽车逐渐普及。

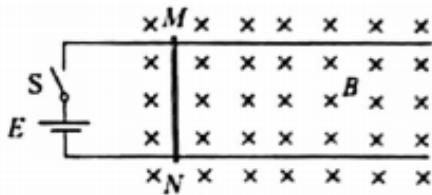


图 18

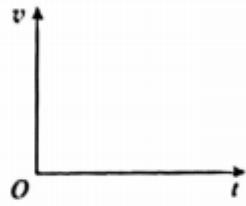


图 19

(1) 电动机是电动汽车的核心动力部件，其原理可以简化为如图 18 所示的装置：无限长平行光滑金属导轨相距 L ，导轨平面水平，电源电动势为 E ，内阻不计。垂直于导轨放置一根质量为 m 的导体棒 MN ，导体棒在两导轨之间的电阻为 R ，导轨电阻可忽略不计。导轨平面与匀强磁场垂直，磁场的磁感应强度大小为 B ，导体棒运动过程中，始终与导轨垂直且接触良好。闭合开关 S ，导体棒由静止开始运动，运动过程中切割磁感线产生动生电动势，该电动势总要削弱电源电动势的作用，我们把这个电动势称为反电动势 $E_{\text{反}}$ ，此时闭合回路的电流大小可用 $I = \frac{E - E_{\text{反}}}{R}$ 来计算。

- ① 在图 19 中定性画出导体棒运动的 $v - t$ 图像，并通过公式推导分析说明电动汽车低速比高速行驶阶段提速更快的原因；
- ② 求导体棒从开始运动到稳定的过程中流过的总电荷量 q 。

(2) 电动汽车行驶过程中会受到阻力作用，阻力 f 与车速 v 的关系可认为 $f = kv^2$ ，其中 k 为未知常数。某品牌电动汽车的电动机最大输出功率 $P_m = 180\text{kW}$ ，最高车速 $v_m = 180\text{km/h}$ ，车载电池最大输出电能 $A = 60\text{kW} \cdot \text{h}$ 。若该车以速度 $v = 60\text{km/h}$ 在平直公路上匀速行驶时，电能转化为机械能的总转化率为 90%，求该电动汽车在此条件下的最大行驶里程 s 。

20. (12分) 类比是一种重要的科学思想方法。在物理学史上，法拉第通过类比不可压缩流体中的流速线提出用电场线来描述电场。

(1) 静电场的分布可以用电场线来形象描述，已知静电力常量为 k 。

①真空中有一电荷量为 Q 的正点电荷，其周围电场的电场线分布如图20所示。距离点电荷 r 处有一点 P ，请根据库仑定律和电场强度的定义，推导出 P 点场强大小 E 的表达式：

②如图21所示，若在 A 、 B 两点放置的是电荷量分别为 $+q_1$ 和 $-q_2$ 的点电荷，已知 A 、 B 间的距离为 $2a$ ， C 为 A 、 B 连线的中点，求 C 点的电场强度的大小 E_C 的表达式，并根据电场线的分布情况比较 q_1 和 q_2 的大小关系。

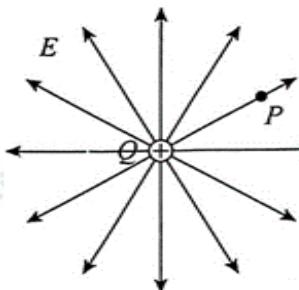


图 20

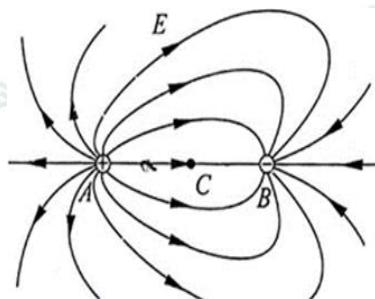


图 21

(2) 有一足够大的静止水域，在水面下足够深的地方放置一大小可以忽略的球形喷头，其向各方向均匀喷射水流。稳定后水在空间各处流动速度大小和方向是不同的，为了形象地描述空间中水的速度的分布，可引入水的“流速线”。水不可压缩，该情景下水的“流速线”的形状与图 20 中的电场线相似，箭头方向为速度方向，“流速线”分布的疏密反映水流速的大小。

①已知喷头单位时间喷出水的体积为 Q_1 ，写出喷头单独存在时，距离喷头为 r 处水流速大小 v_1 的表达式；

②如图22所示，水面下的A点有一大小可以忽略的球形喷头，当喷头单独存在时可以向空间各方向均匀喷水，单位时间喷出水的体积为 Q_1 ；水面下的B点有一大小可以忽略的球形吸收器，当吸收器单独存在时可以均匀吸收空间各方向的水，单位时间吸收水的体积为 Q_2 。同时开启喷头和吸收器，水的“流速线”的形状与图21中电场线相似。若A、B间的距离为 $2a$ ，C为A、B连线的中点。喷头和吸收器对水的作用是独立的，空间水的流速和电场的场强一样都为矢量，遵循矢量叠加原理，类比图21中C处电场强度的计算方法，求图22中C点处水流速大小 v_2 的表达式。

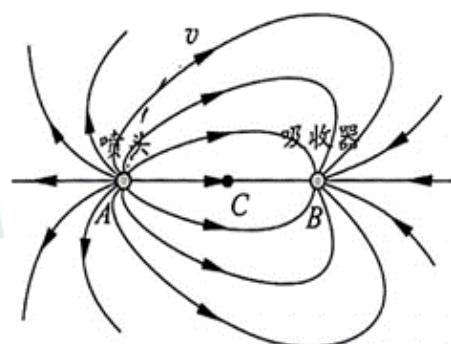


图 22

2021 年北京市海淀区高二期中物理考试答案

第一部分

本部分共 14 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	2	3	4	5	6	7
D	A	D	C	C	B	A
8	9	10	11	12	13	14
A	B	C	D	C	C	B

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15. 【答案】(1) 平行 (2) 15.02693 (3) CD

【解析】

(1) 双缝和单缝应该平行放置

(2) 主尺读数 15mm，附尺读数 1 格，精度值 0.02mm，所以读数是 15.02mm

$$\lambda = \frac{d}{l} \Delta x = 693\text{mm}$$

(3) 单摆测量周期的时候用测量了 50 次全振动的时间，然后再除以 50。

油膜法测量油酸酒精溶液体积的时候用测量了 50 滴的总体积再除以 50。

【答案】(1) AB; (2) AD; (3) AD; (4) $m_1 OP = m_1 OM + m_2 ON$;

(5) ①C; ② $m_1 OC^2 = m_1 OA^2 + m_2 OB^2$

【解析】(1) 刻度尺测量距离，天平测量质量

(2) 每次小球 1 的速度应该相同，所以 A 正确，小球需要做平抛运动所以 D 正确。

(3) 根据动量守恒的表达式，需要测量质量和速度，其中速度可以用平抛的射程替代。

(4) 把动量守恒式子中的速度替换成抛出距离，得到 $m_1 OP = m_1 OM + m_2 ON$ 。

(5) ①由于满足数据动量守恒，通过计算， $m_1 OC = m_1 OA + m_2 OB$ ，故选 C。②弹性碰撞要求，机械能守恒，所以须验证 $m_1 OC^2 = m_1 OA^2 + m_2 OB^2$

17. 【答案】(1) $\sqrt{2gh}$; (2) $\frac{2mgh}{R} + mg$; (3) $mg\sqrt{\frac{2H}{g}}$

【解析】(1) 根据动能定理

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

得

$$v = \sqrt{2gh}$$

(2) 根据

$$F = m \frac{v^2}{R}$$

得

$$F = \frac{2mgh}{R} + mg$$

(3) 根据平抛运动

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

得

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

根据

$$I = Ft$$

得

$$I = mg \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$18. ^\circ 【答案】(1) E_0 = \frac{mv_0^2}{2qd}; (2) B = \frac{\sqrt{3}mv_0}{3Rq}; (3) E = \frac{4\sqrt{3}mv_0}{9qR}$$

【解析】

(1) 由

$$E_0 qd = \frac{1}{2} mv_0^2$$

得

$$E_0 = \frac{mv_0^2}{2qd}$$

(2) 由几何关系可知, 轨道半径

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

由

$$Bqv_0 = \frac{mv_0^2}{r}$$

$$B = \frac{mv_0}{rq} = \frac{\sqrt{3}mv_0}{3Rq}$$

(3) 由几何关系可知,

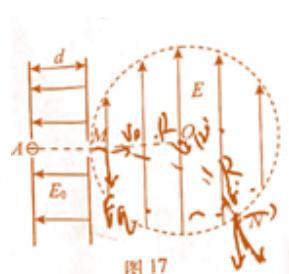
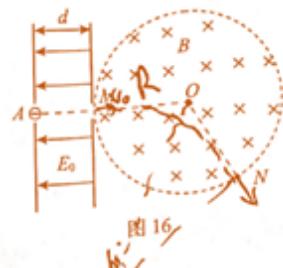
$$x = 1.5R$$

$$y = \frac{\sqrt{3}}{2}R$$

$$\text{由 } x = v_0 t, y = \frac{1}{2} at^2, a = \frac{Eq}{m}$$

可得

$$E = \frac{4\sqrt{3}mv_0}{9qR}$$



19. 【答案】(1) ①见解析; ② $q = \frac{mE}{B^2 L^2}$; (2) $S = 486\text{km}$

【解析】

(1)

①

$$E_{\text{反}} = BLv$$

$$I = \frac{E - BLv}{R}$$

$$F_{\text{安}} = BIL = ma$$

当 v 较小时 I 较大, $F_{\text{安}}$ 较大, a 较大。

所以提速更快(斜率大)

②最大速度时

$$E = BLV_m$$

则

$$v_m = \frac{E}{BL}$$

由动量定理,

$$F_{\text{安}} \cdot \Delta t = m \cdot \Delta v$$

可得

$$BLq = mv_m - 0$$

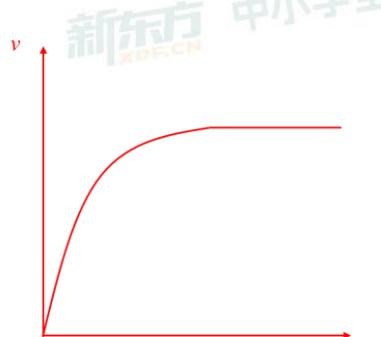
所以

$$q = \frac{mE}{B^2 L^2}$$

(2)

$$P_m = Fv = f v_m = k v_m^3$$

$$v_m = 180\text{km/h} = 50\text{m/s}$$



$$k = 1.44 \text{ kg/m}$$

$$v = 60 \text{ km/h} = \frac{50}{3} \text{ m/s}$$

由能量守恒

$$A \cdot 90\% = f \cdot s = k v^2 \cdot s$$

$$A = 60 \text{ kw} \cdot \text{h} = 2.16 \times 10^8 \text{ J}$$

$$S = 486 \text{ km}$$

20. 【答案】(1) ① $E = \frac{kQ}{r^2}$; ② $q_1 > q_2$; (2) ① $v_1 = \frac{Q_1}{4\pi r^2}$; ② $v_1 = v_A + v_B = \frac{(Q_1+Q_2)}{4\pi a^2}$

【解析】

(1) ① 设 P 点放一电荷量为 q 的点电荷

$$\text{受库仑力 } F = \frac{kQq}{r^2}$$

$$\text{又 } E = \frac{F}{q} \text{ 得 } E = \frac{kQ}{r^2}$$

② A 、 B 在 C 点产生的场强分别为

$$E_1 = \frac{kQ_1}{a^2}$$

$$E_2 = \frac{kQ_2}{a^2}$$

且方向均向右，则

$$E_C = \frac{k(Q_1 + Q_2)}{a^2}$$

由电场线的分布可知， A 处场强大，所以 $q_1 > q_2$

① 由流量的定义式 $Q = \frac{v}{t} = \frac{svt}{t} = Sv$

$$S = 4\pi r^2$$

则 $v_1 = \frac{Q_1}{4\pi r^2}$

②类比（1）中C点电场强度的求解，再由①知喷头及吸收器在C点的水流速分别为

$$v_A = \frac{Q_1}{4\pi a^2}$$

$$v_B = \frac{Q_2}{4\pi a^2}$$

且方向均向右，则

$$v_1 = v_A + v_B = \frac{(Q_1 + Q_2)}{4\pi a^2}$$