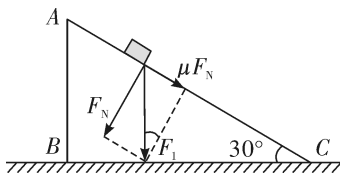


物理参考答案

一、二选择题(1~7 每小题 4 分。8~10 每小题 5 分,选对但不全得 3 分)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	B	C	A	D	D	C	AC	AB	BD

1. C 【解析】磁铁远离线圈,根据楞次定律的推论“来拒去留”可知,线圈与磁铁相互吸引,导致电子秤的示数小于 m_0 ,故 AB 错误。将磁铁远离线圈时,穿过线圈的磁通量向上减少,根据楞次定律和安培定则可判断,线圈中产生的电流沿逆时针方向(俯视),故 C 正确;穿过线圈的磁通量减少,根据楞次定律的推论“增缩减扩”可知,线圈有扩张的趋势,故 D 错误。
2. B 【解析】摩擦力对木板做的功为 $W_f' = \mu mgs$,故 A 错误;摩擦力对物块做的功为 $W_f = -\mu mg(s+d)$,故 B 正确;对木板根据动能定理可得,木板动能的增量为 $\Delta E_k = W_f' = \mu mgs$,故 C 错误;根据功能关系可知由于摩擦而产生的热量为 $Q = \mu mgx_{\text{相对}} = \mu mgd$,故 D 错误。
3. C 【解析】由楞次定律可知,如图所示位置,正方向线框产生逆时针的感应电流;由左手定则可知,CD 边受到的安培力水平向左,BC 边受到的安培力竖直向上,由于边长相等,所以安培力大小也相等,该时刻线框所受安培力的方向为 BC、CD 边所受安培力的合力方向,沿 CA 方向,故 C 正确,ABD 错误。
4. A 【解析】未发射卫星随地球自转的角速度等于地球静止轨道卫星(GEO)的角速度,根据 $v = \omega r$ 可知未发射卫星随地球自转的线速度小于地球静止轨道卫星(GEO)的线速度;而由 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 可知,卫星 MEO 的线速度大于 GEO 的线速度,可知卫星 MEO 的速度一定比未发射的北斗导航卫星速度大,故 A 正确。根据 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$,线速度 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$,轨道半径 r 越大, v 越小。GEO 轨道半径大于 MEO 和近地卫星,其线速度最小;近地卫星线速度最大,相同时间内转过的弧长最长,故 B 错误。未发射的卫星静止在地面,未绕地球做圆周运动,此时地球对它的引力和地面支持力的合力提供向心力,则向心加速度并非 g ,故 C 错误。根据 $G \frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r$,角速度 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$,轨道半径 r 越大, ω 越小。GEO 轨道半径大于 MEO,其角速度更小,故 D 错误。
5. D 【解析】由图,磁场方向向里,电流方向向右,则电子向左移动,根据左手定则,电子向上表面偏转,则上表面得到电子带负电,那么下表面带上正电,所以电压表的“+”接线柱接下表面,B 错误;根据 $e \frac{U_H}{d} = eBv$,再由 $I = neSv = nebdv$ 得 $U_H = \frac{BI}{neb}$,则 U_H 与金属导体的厚度 d 无关;导体单位体积内的自由电子数为 $n = \frac{BI}{ebU_H}$,故 AC 错误,D 正确。
6. D 【解析】滑块轻放到 AC 上时,滑块恰能保持静止,根据平衡条件有 $mg \sin 30^\circ = \mu mg \cos 30^\circ$,解得 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$,当恒力 F 施加在滑块上时,设此时滑块对木块的压力大小为 F_N ,则木块对滑块的滑动摩擦力大小为 μF_N ,滑块对木块的摩擦力大小也为 μF_N ,如图所示



设滑块对木块的作用力大小为 F_1 ,则有 $\tan \theta = \frac{\mu F_N}{F_N} = \mu = \frac{\sqrt{3}}{3}$,解得 $\theta = 30^\circ$,可知 F_1 竖直向下,所以水平地面对木块没有摩擦力,故 A 错误; $f = \mu(mg \cos 30^\circ + F \sin 30^\circ) = \left(5 + \frac{\sqrt{3}}{3}\right) \text{ N}$,故 B 错误。沿 AC 方向,对滑块有 $F \cos 30^\circ + mg \sin 30^\circ - \mu(mg \cos 30^\circ + F \sin 30^\circ) = ma$,解得 $a = \frac{2\sqrt{3}}{3} \text{ m/s}^2$,故 C 错误。滑块对木块的压力 $F_N = mg \cos 30^\circ + F \sin 30^\circ = (5\sqrt{3} + 1) \text{ N}$,所以滑块对木块的作用力大小 $F_1 = \frac{F_N}{\cos 30^\circ} = \left(10 + \frac{2\sqrt{3}}{3}\right) \text{ N}$,所以水平地面对木块的支持力大小 $F_{N1} = Mg + F_1 = \left(30 + \frac{2\sqrt{3}}{3}\right) \text{ N}$,故 D 正确。

7. C 【解析】根据平抛运动规律,从抛出到绳子恰好绷直 $x=v_0t, y=\frac{1}{2}gt^2$, 几何关系 $(\frac{L}{2}+y)^2+x^2=(\sqrt{2}L)^2$, 联

立三式可得 $t=\sqrt{\frac{L}{g}}$, 则 $x=L, y=\frac{L}{2}$, 可知绳绷直时与杆 MN 的夹角 $\theta=45^\circ$, 且绷直前瞬间 B 球速度与水平方向的夹角也为 $\theta=45^\circ$, 此时 B 球的速度大小 $v=\sqrt{2}v_0$, 故 AB 错误; 绳子绷直过程中, B 球所受总冲量沿绳由 B 指向 A, B 球的动量减小, 故 B 球的速度减小, 但方向不变, 设绷直后瞬间 A、B 球的速度分别为 $v_A、v_B$, 根据水平方向动量守恒有 $mv_0=mv_A+mv_B\cos\theta$, 由 A、B 球沿绳方向速度相同 $v_A\cos\theta=v_B$, 联立两式解得 $v_A=\frac{2}{3}v_0$,

$v_B=\frac{\sqrt{2}}{3}v_0$, 故 C 正确; 对 B 球用动量定理分析, 绳子对 B 球的冲量大小为 I , 则 $I-I_G\cos 45^\circ=mv-mv_B=2\frac{\sqrt{2}}{3}mv_0$, 所以绳子对 B 冲量大于 $\frac{\sqrt{2}}{3}mv_0$, 故 D 错误。

8. AC 【解析】从 O 点到 C 点, 电场强度方向保持不变沿 x 轴正方向, 根据电场的特性沿电场线方向电势逐渐降低, 则从 O 点到 C 点, 电势逐渐降低, 故 A 正确; 由图像可知场强先增大后减小, 则电场力也是先增大后减小, 所以粒子的加速度先增大后减小, 一直做变加速运动, 故 B 错误; $E-x$ 图线与坐标所围的面积表示电势差, 粒子在 AB 段图像的面积大于 BC 段图像的面积, 则 $U_{AB}>U_{BC}$, 根据电场力做功公式 $W=qU$, 可知粒子在 AB 段电场力做的正功大于 BC 段做的正功, 所以粒子在 AB 段电势能减少量大于 BC 段电势能减少量, 故 C 正确; 由 $E-x$ 图线与坐标所围的面积表示电势差, 则 $U_{OC}<3U_{OA}$, 由动能定理有 $qU_{OA}=E_k, qU_{OC}=E_{kC}$, 可得 $E_{kC}<3E_k$, 所以粒子运动到 C 点时动能小于 $3E_k$, 故 D 错误。

9. AB 【解析】粒子在磁场中做匀速圆周运动, 由洛伦兹力提供向心力得 $qvB=m\frac{v^2}{r}$, 解得 $v=\frac{qBr}{m}$, 当 OP 为粒子运动轨迹的直径时 $r=\frac{d}{2}$, 圆周运动半径最小, 粒子经过 P 点时速度最小, 可得 $v_{\min}=\frac{qBd}{2m}$, 故 A 正确; 设沿不同方向进入磁场的粒子, 经过 P 点的速度方向与 x 轴夹角为 θ , 如图 2 所示, 由几何关系得 $R\sin\theta=\frac{d}{2}$, 同理由 $qvB=m\frac{v^2}{R}$, 可得 $v=\frac{qBd}{2m\sin\theta}$, 在 P 点垂直电场方向的分速度为 $v_y=v\sin\theta=\frac{qBd}{2m}$, 可见 v_y 为定值。粒子穿过电场过程沿 y 轴负方向做匀速直线运动, 则有 $d=v_y t$, 因 v_y 为定值, 故所有经过 P 点的粒子在匀强电场中运动的时间均相同, 故 B 正确。

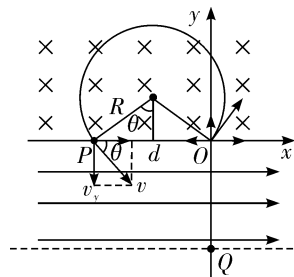


图2

经过 P 点圆弧轨迹均以 PO 为弦, 如图 1 所示, 经过 O、P 两点的半径相等的圆 O_1 与圆 O_2 , 粒子可以分别沿这两个等大的圆在磁场中的圆弧部分做圆周运动经过 P 点, 由于运动半径相等, 故粒子速度大小相同, 故 C 错误; 粒子以最小速率经过 P 点时, 在磁场中的轨迹恰好为半个圆周, 到达 P 点时速度方向垂直于 x 轴, 由 P 点到 Q 点做类平抛运动。沿 y 轴负方向做匀速直线运动, 则有 $d=v_{\min}t$, 沿 x 轴正方向做匀加速直线运动, 则有 $d=\frac{1}{2}at^2$, 由牛顿第二定律得 $a=\frac{qE}{m}$, 解得电场强度 $E=\frac{qB^2d}{2m}$, 故 D 错误。

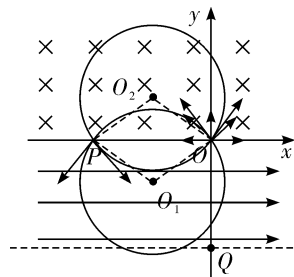


图1

10. BD 【解析】一开始电场力的大小小于最大静摩擦力的大小, 所以物块静止, 故 A 错误; 水平平台给物块的最大静摩擦力等于电场力时, 即 $\mu mg = Eq = 2\text{ N}$, 代入题中数据解得 $E = 2 \times 10^6\text{ V/m}$, 故当 E 增加到 $2 \times 10^6\text{ V/m}$ 时, 结合图乙可知 0.2 s 时物块才开始向右运动, 即 0~0.2 s 时间内, 物块处于静止状态, 摩擦力的冲量大小等于电场力的冲量大小, 为 $0.2\text{ N}\cdot\text{s}$ 。0.2~1 s 时间内, 设 1 s 末脱离平台时的速度为 v_1 , 由动量定理 $I_{F_1} - I_f = mv_1$, 电场力的冲量 I_{F_1} 等于 0.2~1 s 时间内图线与坐标轴所围的面积乘以电荷量, 即 $I_{F_1} = (\frac{2+10}{2} \times 10^6 \times 0.8 \times 1.0 \times 10^{-6})\text{ N}\cdot\text{s}$, 0.2~1 s 时间内摩擦力冲量 I_f 等于摩擦力乘该段时间, 即 $I_f = \mu mg \times 0.8\text{ s} = 1.6\text{ N}\cdot\text{s}$, 所以 0~1 s 内物块所受摩擦力的冲量大小为 $1.8\text{ N}\cdot\text{s}$, 故 B 正确, 联立解得 $v_1 = 3.2\text{ m/s}$, 设 3 s 末物块的水平速度为 v_{2x} , 在水平方向由动量定理得 $I_{F_2} = mv_{2x} - mv_1$, 由图线与坐标轴所围的面积乘以电荷量可得 $I_{F_2} = 10\text{ N}\cdot\text{s}$, 联立解得 $v_{2x} = 13.2\text{ m/s}$, 故 C 错误, D 正确。

三、非选择题(本题共 5 小题,共 57 分)

11. (6 分,每空 2 分) $\frac{d}{t} \quad m \frac{d^2}{t^2 L \sin \alpha} \quad \frac{d^2 \cos \alpha}{t^2 L \sin^2 \alpha}$

【解析】小钢球的直径为 d , 小球经过光电门时间为 t , 则圆周运动线速度大小为 $v = \frac{d}{t}$, 需要的向心力大小为

$$F_n = m \frac{v^2}{r} = m \frac{d^2}{t^2 r} = m \frac{d^2}{t^2 L \sin \alpha}.$$

设小球质量为 m , 由匀速圆周运动合力提供向心力, 则有 $mg \tan \alpha = m \frac{v^2}{L \sin \alpha}$, 联立解得 $g = \frac{d^2 \cos \alpha}{L t^2 \sin^2 \alpha}$.

12. (10 分,每空 2 分) (1) 1 (2) $\times 100$ 偏大 (3) ① 2×10^4 ② 100 : 1

【解析】(1) 由图所示电路图可知, 当 S 旋到位置 1 时与表头 G 并联的电阻阻值较小, 此时电流表量程较大。

(2) 测量某电学元件的电阻, 选用“ $\times 10$ ”倍率的电阻挡测量, 发现多用表指针偏转很小, 待测阻值较大, 说明所选挡位太小, 为准确测量电阻阻值, 需选择“ $\times 100$ ”倍率的电阻挡, 重新欧姆调零后再测量。

当电池电动势变小、内阻变大时, 得重新欧姆调零, 由于满偏电流 I_g 不变, 由欧姆定律得 $I_g = \frac{E}{R_{内}}$, 欧姆表内

阻 $R_{内}$ 得调小, 待测电阻的测量值是通过电流表的示数体现出来的, 由 $I = \frac{E}{R_{内} + R_x} = \frac{I_g}{1 + \frac{R_x}{R_{内}}}$, 可知当 $R_{内}$ 变

小时, I 变小, 指针跟原来的位置相比偏左了, 故欧姆表的示数变大了, 测得的电阻值将偏大。

(3) ① 欧姆表中值电阻等于欧姆挡内部电阻, 则中间刻度值对应示数为 $R_{中} = R_{内} = \frac{E}{I_g} = \frac{3}{300 \times 10^{-6}} \Omega = 1 \times$

$10^4 \Omega$, 根据闭合电路欧姆定律有 $I_g = \frac{E}{R_{内}}, \frac{1}{3} I_g = \frac{E}{R_{内} + R}$, 解得 $R = 2 \times 10^4 \Omega$, 所以表盘上 $100 \mu A$ 刻度线对应的电阻刻度值是 $R = 2 \times 10^4 \Omega$.

② 当电流计满偏时, 电流计内阻为 99Ω , 给电流计并联 1Ω 的电阻, 流过 R_0 的电流, $I = 99 I_g$, 根据并联分流的规律可知电流表量程扩大 100 倍, 用该电流表改装成欧姆表, 同一刻度对应的电阻值变为原来的 $\frac{1}{100}$, 欧姆表换挡前、后倍率之比等于 100 : 1。

13. (10 分) 【解析】(1) 根据题意, 由图可知, 甲和乙的波长均为 4 m , 甲波的周期为 $T = \frac{5}{10} \text{ s} = 0.5 \text{ s}$ (2 分)

则甲波的传播速度的大小 $v_{甲} = \frac{\lambda}{T} = 8 \text{ m/s}$ (2 分)

(2) 同种均匀介质中甲、乙两列简谐横波波速相同, 则甲、乙两列简谐横波的周期相同, 可以发生干涉现象, 由图可知, 甲、乙两列简谐横波波源的起振方向相同, 则 $x = 2 \text{ m}$ 处有

$$\Delta x = [2 - (-6)] \text{ m} - (6 - 2) \text{ m} = 4 \text{ m} = \lambda \quad \dots\dots (2 \text{ 分})$$

可知, 此处为振动加强点, 甲波传播到此处的时间为 $t_1 = \frac{2}{8} \text{ s} = 0.25 \text{ s} = \frac{1}{2} T$ (1 分)

甲波传播到之前, 质点振动的距离为

$$s_1 = 2A_{乙} = 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m} \quad \dots\dots (1 \text{ 分})$$

甲波传播到之后, 质点振动的距离为

$$s_2 = \frac{2 - 0.25}{0.5} \times 4(A_{甲} + A_{乙}) = 3.5 \text{ m} \quad \dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$0 \sim 2 \text{ s} \text{ 内 } x = 2 \text{ m} \text{ 处质点振动的路程 } s = s_1 + s_2 = 3.8 \text{ m} \quad \dots\dots (1 \text{ 分})$$

14. (15 分) 【解析】(1) 当 $\theta = 0$ 时, 粒子的速度为 $v = \frac{v_0}{\cos \theta} = v_0$ (1 分)

根据题意, 以 v_0 速度沿 $+y$ 方向从 O 点入射的离子恰好通过坐标为 (L, L) 的 P 点。其轨道半径为

$$R = L \quad \dots\dots (1 \text{ 分})$$

根据牛顿第二定律得 $qv_0 B = m \frac{v_0^2}{R}$ (1 分)

解得 $v_0 = \frac{qBL}{m}$ (1 分)

(2)根据牛顿第二定律得 $qvB = m \frac{v^2}{r}$ (1分)

根据题意得 $v = \frac{v_0}{\cos \theta}$, 解得 $r = \frac{L}{\cos \theta}$

则所有离子运动轨迹圆心均在 $x=L$ 的界面上, 并且所有离子均垂直打在 $x=L$ 界面上。

沿与 $+y$ 方向成 60° 角从 O 点向左上方入射的离子, 到达界面 $x=L$ 之前, 在磁场中运动时间最长

$t_{\max} = \frac{150^\circ}{360^\circ} T$ (1分)

离子运动的周期为 $T = \frac{2\pi m}{qB}$ (1分)

解得 $t_{\max} = \frac{5\pi m}{6qB}$ (1分)

沿与 $+y$ 方向成 60° 角从 O 点向右上方入射的离子, 到达界面 $x=L$ 之前, 在磁场中运动的时间最短

$t_{\min} = \frac{30^\circ}{360^\circ} T$ (1分)

解得 $t_{\min} = \frac{\pi m}{6qB}$ (1分)

(3)设速度最大的离子恰好能到达 $x=5L$ 界面, 则对应的电场强度 E 有最大值

最大速度为 $v_1 = \frac{v_0}{\cos 60^\circ} = 2v_0$ (1分)

该离子到达 $x=5L$ 界面时的速度为 v_2 , 有 $2qEL = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ (1分)

对该离子在 y 方向, 有 $\Sigma q \cdot 2B \cdot v_x \Delta t = mv_2$ (1分)

而 $\Sigma v_x \Delta t = 2L$ (1分)

解得 $E = \frac{3qB^2 L}{m}$ (1分)

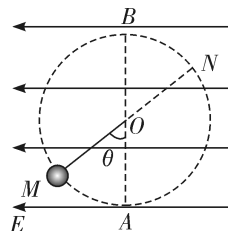
15. (16分)【解析】(1)初始时, 小球受到水平向左的电场力, 可知小球带正电 (1分)

根据平衡条件有 $qE = mg \tan 60^\circ$ (2分)

解得 $E = \frac{\sqrt{3}mg}{q}$ (1分)

(2)剪断细线前, 小球在等效重力场中做圆周运动, 设 N 点为等效最高点, 小球通过 N 点

时有 $\frac{mg}{\cos \theta} = m \frac{v_N^2}{L}$ (1分)



从 B 点到 N 点, 由动能定理得 $mgL(1 - \cos \theta) - qEL \sin \theta = \frac{1}{2}mv_N^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$ (2分)

解得 $v_B = 2\sqrt{gL}$ (1分)

剪断细线后, 小球做匀变速曲线运动, 当速度与合外力垂直时, 速度最小, 所以 $v_{\min} = v_B \cos \theta$ (1分)

解得 $v_{\min} = \sqrt{gL}$ (1分)

(3)由(2)知, 小球运动到 B 点时的速度 $v_B = 2\sqrt{gL}$, 方向水平向右, 根据配速法, 将 v_B 分解为 v_1 和 v_2 , 使 v_1

对应的洛伦兹力与重力和电场力的合力平衡, 即 $qv_1 B_0 = \frac{mg}{\cos \theta}$ (1分)

解得 $v_1 = 4\sqrt{gL}$, 方向与 v_B 夹角为 60° 斜向右下方, 根据速度的分解可得 $v_2 = 2\sqrt{3gL}$, 方向竖直向上, 即将小球之后的运动分解为以速度为 v_1 的匀速直线运动, 以速度为 v_2 的匀速圆周运动, 该圆周运动所对应的半径

$R = \frac{mv_2}{qB_0} = 4\sqrt{3}L$ (1分)

当 v_1 与 v_2 方向相反时, 小球速度最小, 则小球之后的运动过程中的最小速度

$v_{\min} = v_1 - v_2 = (4 - 2\sqrt{3})\sqrt{gL}$ (1分)

由几何关系可知, 从剪断细线的瞬间到小球速度第一次达到最小所需的时间

$t = \frac{\frac{\pi}{6}R}{v_2} = \frac{\pi}{3}\sqrt{\frac{L}{g}}$ (1分)

以速度为 v_2 的匀速圆周运动使小球水平向左运动的距离 $s_1 = R(1 - \cos 30^\circ) = (4\sqrt{3} - 6)L$

以速度为 v_1 的匀速直线运动使小球水平向右运动的距离 $s_2 = v_1 \cos 60^\circ \cdot t = \frac{2}{3}\pi L$

则小球之后的运动过程中第一次达到最小速度时水平的位移 $s = s_2 - s_1 = \left(\frac{2}{3}\pi + 6 - 4\sqrt{3}\right)L$ (1分)

方向向右, 该过程电场力所做的功 $W = -qEs = (12 - 6\sqrt{3} - \frac{2\sqrt{3}}{3}\pi)mgL$ (1分)