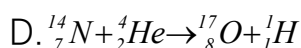
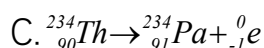
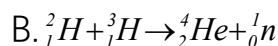
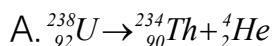


2019年北京市东城区高三一模物理考试逐题解析

13. 下列核反应方程中，属于 α 衰变的是



【答案】A

【解析】A为 α 衰变，故A正确；B为核聚变，故B错误；

C为 β 衰变，故C错误；D为人工转变，故D错误。

14. 下列说法正确的是

A. 同一个物体，运动时的内能一定比静止时的内能大

B. 物体温度升高，组成物体的分子平均动能一定增加

C. 一定质量的物体，内能增加，温度一定升高

D. 温度升高时物体的每个分子的动能都将增大

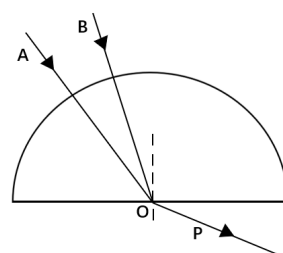
【答案】B

【解析】A选项，物体内能与运动状态无关，与分子热运动的动能和分子势能有关，故A错误；B选项，温度是分子平均动能的唯一标志，故B正确；C选项内能包括分子动能和势能，故内能增加，分子动能不一定增加，温度不一定增加，故C错误；D选项，温度升高平均分子动能增大，但不一定是每个分子的动能都增大，故D错误。

15. 如图所示，两束单色光A、B分别沿半径方向由空气射入半圆形玻璃砖，出射时合成一束复色光P，下列说法正确的是

A. A光的频率小于B光的频率

B. 在玻璃砖中A光的传播速度小于B光的传播速度



C.玻璃砖对 A 光的折射率大于对 B 光的折射率

D.两种单色光由玻璃砖射向空气时，A 光的临界角较小

【答案】A

【解析】A 选项，由光路图发现 B 光线的偏转大于 A 光线的偏转，所以 B 光的折射率大于 A 光的折射率，B 光的频率高于 A 光的频率，由公式 $n = \frac{c}{v}$ ，玻璃中 A 光的传播速度大于 B 光的传播速度，故 A 正确，B、C、D 错误

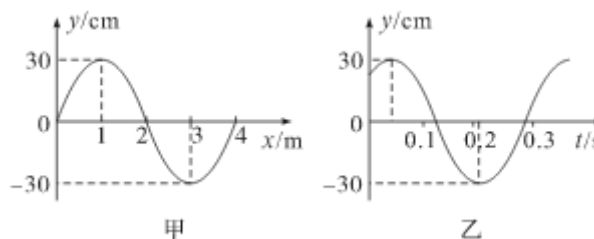
16. 一列横波沿 x 轴正方向传播，若 $t=0$ 时刻的波形图如图甲所示，则图乙描述的可能是哪个质点的振动图像

A. $x=0$ 处的质点

B. $x=0.5\text{m}$ 处的质点

C. $x=1.5\text{m}$ 处的质点

D. $x=2.5\text{m}$ 处的质点



【答案】C

【解析】由乙图可知， $t=0$ 时刻，质点在接近正向最大位置处向上振动；而甲图可知， $x=0$ 处质点处在平衡位置向下振动， $x=0.5\text{m}$ 处的质点在向下振动；而 2.5m 的质点在负向位移处向上振动，只有 $x=1.5\text{m}$ 处质点位置和振动方向符合，故 C 正确，ABD 错误。

17. 2018年12月我国成功发射嫦娥四号探测器，2019年1月嫦娥四号成功落月，我国探月工程四期和深空探测工程全面拉开序幕。假设探测器仅在月球引力作用下，在月球表面附近做匀速圆周运动，可以近似认为探测器的轨道半径等于月球半径。已知该探测器的周期为 T ，万有引力常量为 G ，根据这些信息可以计算出下面哪个物理量

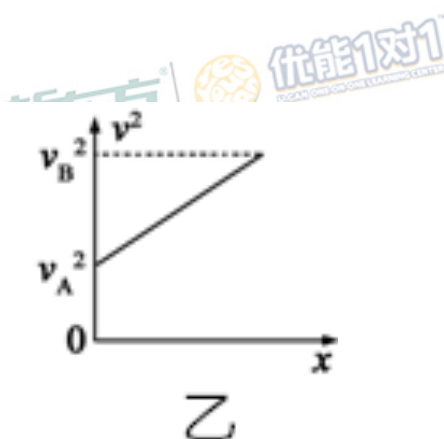
- A. 月球的质量
B. 月球的平均密度
C. 该探测器的加速度
D. 该探测器的运行速率

【答案】B

【解析】根据万有引力提供向心力，有： $\frac{GMm}{R^2} = m\frac{4\pi^2}{T^2}R$ ，解得月球质量为 $M = \frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$ ，故要求月球的质量，还需要知道月球的半径，故A错误，月球的体积： $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ ，月球的平均密度为： $\rho = \frac{M}{V}$ ，可得月球的平均密度： $\rho = \frac{M}{V} = \frac{4\pi^2 R^3}{GT^2} \times \frac{3}{4\pi R^3} = \frac{3\pi}{GT^2}$ ，故B正确，探测器的加速度： $a = \frac{F}{m} = \frac{GM}{R^2} = \frac{4\pi^2}{T^2}R$ ，需要知道月球的质量或者探测器的轨道半径，故C错误，探测器的运行速率： $v = \frac{2\pi R}{T}$ ，需要知道探测器的轨道半径，故D错误。

18. 如图甲所示，直线 AB 是某电场中的一条电场线。一正电荷在该电场中运动，始终只受到电场力作用。已知该正电荷沿电场线从 A 点运动到 B 点的过程中，其速度平方 v^2 与位移 x 的关系如图乙所示。 E_A 、 E_B 表示 A 、 B 两点的电场强度， φ_A 、 φ_B 表示 A 、 B 两点的电势。以下判断正确的是

- A. $E_A < E_B$
B. $E_A > E_B$
C. $\varphi_A > \varphi_B$
D. $\varphi_A < \varphi_B$

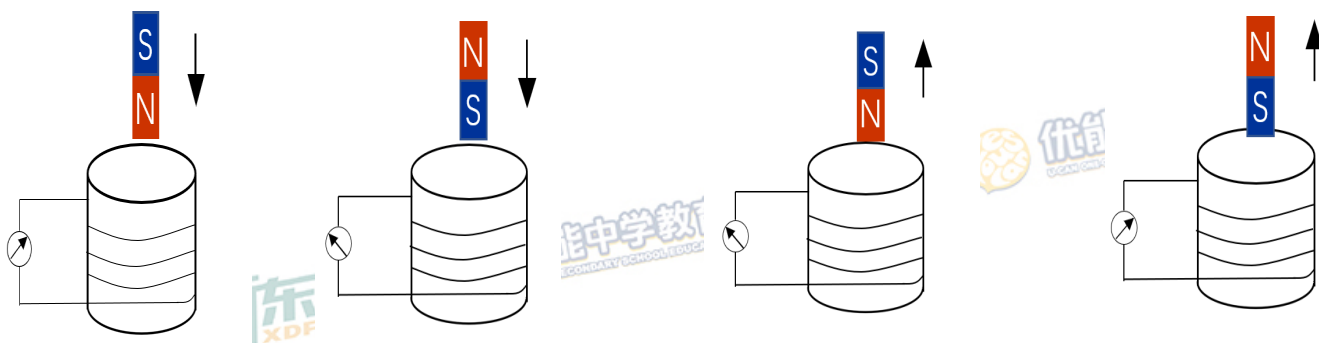


【答案】C

【解析】AB选项、由速度平方 v^2 与位移 x 的关系图象看出，图线的斜率不变，电荷的速度增大，电荷所受电场力沿 AB 且做正功，由动能定理 $qEx = \frac{1}{2}m(v_B^2 - v_A^2)$ ，故 E 为常量，为匀强电场，故AB错误。CD选项、正电荷所受电场力着电场方向，电场方向由 A 指向

B, 沿电场线的方向电势降低, $\phi_A > \phi_B$, 故 D 错误。

19. 下面四幅图是用来“探究感应电流的方向遵循什么规律”的实验示意图。灵敏电流计和线圈组成闭合回路, 通过“插入”“拔出”磁铁, 使线圈中产生感应电流, 记录实验过程中的相关信息, 分析得出楞次定律。下列说法正确的是



- A. 该实验无需确认电流计指针偏转方向与通过电流计的电流方向的关系
 B. 该实验无需记录磁铁在线圈中的磁场方向
 C. 该实验必需保持磁铁运动的速率不变
 D. 该实验必需记录感应电流产生的磁场方向

【答案】D

【解析】该实验需要确认电流计指针偏转方向与通过电流计的电流方向的关系, 故 A 错误。需记录磁铁在线圈中的磁场方向, 故 B 错误。只要通入线圈中的磁通量发生变化, 就会有感应电流产生, 与磁铁运动速度大小无关, 故 C 错误。题干中说明本实验是“探究感应电流方向遵循什么规律”所以需要记录磁铁不同运动情况下, 感应电流的方向, 故选项 D 正确。

20. 将一质量为 M 的光滑斜劈固定在水平面上, 一质量为 m 的光滑滑块(滑块可以看成质点)从斜面顶端由静止自由滑下。在此过程中, 斜劈对滑块的支持力记为 F_{N1} , 地面对斜劈的支持力记为 F_{N2} , 滑块到达斜面底端时, 相对地面的速度大小记为 v 、竖直分速度的大小记为 v_y 。若取消固定斜劈的装置, 再让滑块从斜面顶端由静止下滑, 在滑块的压力作用下斜劈会向左做匀加速运动。在此过程中, 斜劈对滑块的支持力记为 F_{N1}' 、

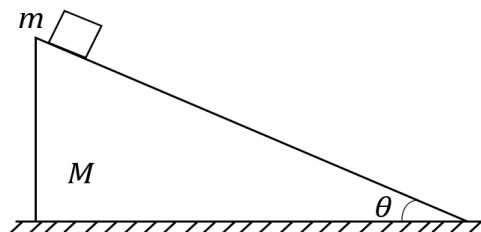
地面对斜劈的支持力记为 F_{N2}' ，滑块到达斜面底端时，相对地面的速度大小记为 v' 。竖直分速度的大小记为 v_y' 。下面大小关系正确的是

A. $F_{N1} < F_{M1}'$

B. $F_{N2} < F_{N2}'$

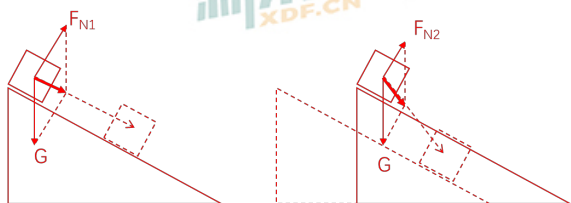
C. $v < v'$

D. $v_y < v_y'$

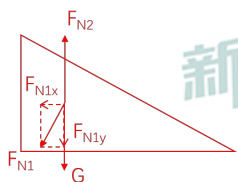


【答案】D

【解析】A选项，由图像， $F_{M1} > F_{M1}'$ ，故A错误；

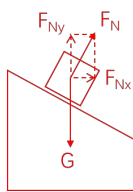


B选项，由图像，因为 F_{N1} 较大，所以 F_{N2} 较大，故B错误；



C选项，由能量守恒 $mgh = \frac{1}{2}mv_0^2$

$mgh = \frac{1}{2}mv'^2 + \frac{1}{2}Mv'^2$ ，所以 $v > v'$ ，故C选项错误；



D选项，方法一：在竖直方向上 m 的运动

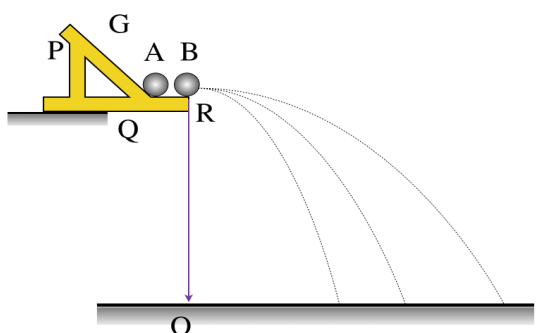
$$v_y = 2a_y h$$

$a_y = \frac{mg - F_{Ny}}{m}$ ，所以 $v_y' > v_y$ ，故D选项正确

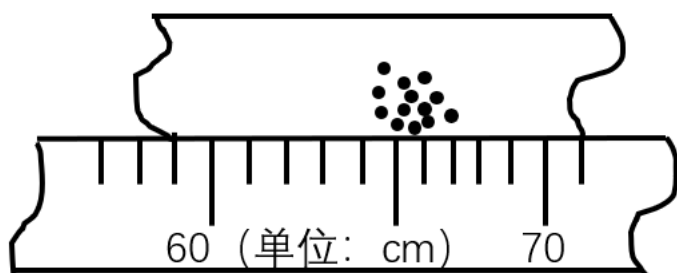
方法二：令 M 趋近于 0，得不固定时 m 做自由落体，所以 $v_y' > v_y$ 。

21. 实验题 (18 分)

(1) (5 分) 某同学用图甲所示的装置来验证动量守恒定律, A、B 为半径相同的小球 ($m_A > m_B$), 图中 PQ 是斜槽, QR 是水平槽, 实验时先使 A 球从斜槽上某一位置 G 由静止释放, 落到位于水平地面的记录纸上, 留下痕迹, 重复上述操作多次, 得到多个落点痕迹, 再把 B 球放在水平槽上靠近槽末端的地方, 让 A 球仍从位置 G 由静止释放, 两球碰撞后, A、B 球分别在记录纸上留下各自的落点痕迹, 重复这种操作多次, 图甲中 O 点是水平槽末端 R 在记录纸上的竖直投影点。B 球落点痕迹如图乙所示, 图中米尺的零刻度线与 O 点对齐 (未画出)。



图甲



图乙

①碰撞后 B 球的水平射程应为 65 cm;

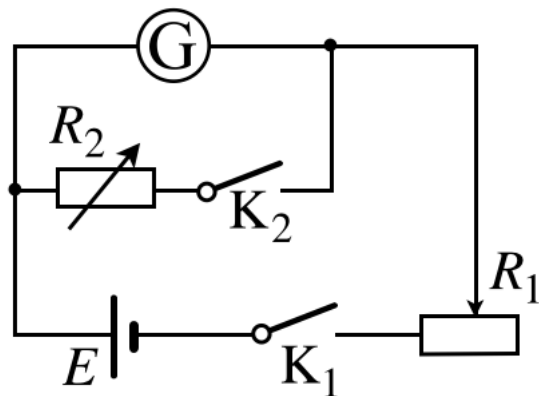
②以下选项, 哪些是本次实验必须进行的测量? ABD (填写选项前的字母)

- A. 测量 A 球未与 B 球相碰时的平均落点到 O 点的距离
- B. 测量 A 球与 B 球相碰后的平均落点到 O 点的距离
- C. 测量 A 球和 B 球的直径
- D. 测量 A 球和 B 球的质量
- E. 测量水平槽面相对于 O 点的高度

(2) (13 分) 如图所示的电路图是利用半偏法测一块电流计 G (量程 $300\mu\text{A}$, 内阻 100Ω 到 200Ω 之间) 的内阻 R_g 。

现有器材如下:

- A. 直流电源 (输出电压 12V)
- B. 电阻箱 (999.9Ω)
- C. 滑动变阻器 (500Ω)
- D. 电位器 ($5\text{k}\Omega$)
- E. 电位器 ($50\text{k}\Omega$)



①电阻器 R_2 选用 B, 电阻器 R_1 选用 C。(填器材前的字母)

②为了测定电流计 G 的内阻，在接通电路前，先把电阻器 R_1 阻值调到最大，然后操作步骤依次是_____（填选项前的字母），最后记录 R_2 的阻值。

- A. 闭合 K_1
- B. 闭合 K_2
- C. 调节 R_1 的阻值，使电流计指针偏转到满刻度
- D. 调节 R_1 的阻值，使电流计指针偏转到满刻度的一半
- E. 调节 R_2 的阻值，使电流计指针偏转到满刻度的一半
- F. 调节 R_2 的阻值，使电流计指针偏转到满刻度

③若电流计半偏时， R_2 的阻值为 $120.0\ \Omega$ ，则电流计内阻 R_g 的测量值为_____ Ω ，由于存在系统误差，该测量值_____电流计内阻的真实值（填“大于”或“小于”）。造成这种误差的原因是_____。

【答案】(1) ①65.5 (± 0.3) ②ABD

(2) ①B、E ②ACBE ③120.0，小于，见解析。

【解析】(1) ①最小分度为 1cm，估读到最小分度下一位，故读数为 65.5cm， ± 0.3 均可。②由于要证动量守恒，即 $m_A v_0 = m_A v_A + m_B v_B$ ，高度相等，则平抛时间相等，等号两边同时乘以 t ，即 $m_A x_0 = m_A x_A + m_B x_B$ ，故选 ABD。

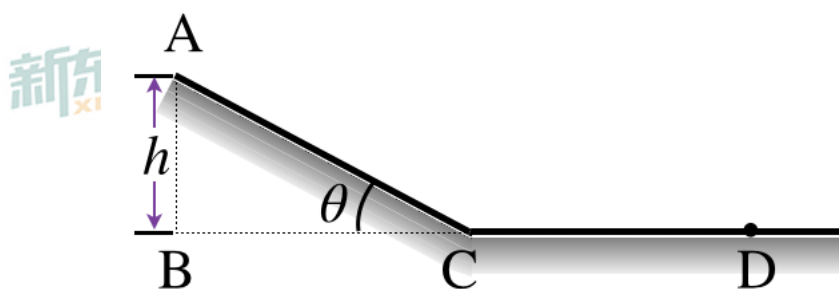
(2) ①本实验利用 R_2 阻值读出电流计阻值，故必选电阻箱 B。为减小误差，需要选择大阻值滑动变阻器（或电位器），使电流计能达到满偏， $R = \frac{E}{I_g} = 40k\Omega$ ，故选 E。

②本实验先利用电流计与 R_1 串联，电流满偏，保持满偏电流不变，接入 R_2 ，调 R_2 使电流计半偏，则 R_2 分走一半电流，则 R_2 阻值与电流计阻值相等。故选 ACBE。

③由上一问可知， $R_g = R_2 = 120.0\Omega$ ， R_2 与电流计并联后，电路总电阻变小，干路电流 I 变大， $I > I_g$ ，电流计电流 $I_{\text{计}} = \frac{1}{2} I_g$ ，则 R_2 电流 $I_2 > \frac{1}{2} I_g$ ，所以 $R_2 < R_g$ ，即电流计测量电阻小于真实电阻。

22. (16分)

为了迎接2022年冬季奥运会，让更多的人感受运动的快乐，北京在许多游乐场增设了坡面场地。坡面场地可以看作由一个斜坡平面和一个水平面衔接而成，如图所示。已知某坡面场地的斜面高为 h ，斜面倾角为 θ 。某同学坐在保护垫上，从斜面顶端A由静止开始沿着斜面AC下滑，最终停在水平面上的D点。该同学与保护垫的总质量为 m ，保护垫与斜面、水平面间的滑动摩擦因数均为 μ 。（人与垫可看作质点处理，忽略衔接处的速率变化及空气阻力）。求：



- (1) 保护垫与斜面间的滑动摩擦力大小？
- (2) 该同学滑到斜面底端时的速度大小？
- (3) 该同学从A到D运动过程中，摩擦产生的总热量为多少？

【答案】(1) $f = \mu mg \cos \theta$ (2) $v = \sqrt{2gh(1 - \frac{2\mu}{\tan \theta})}$ (3) $Q = mgh$

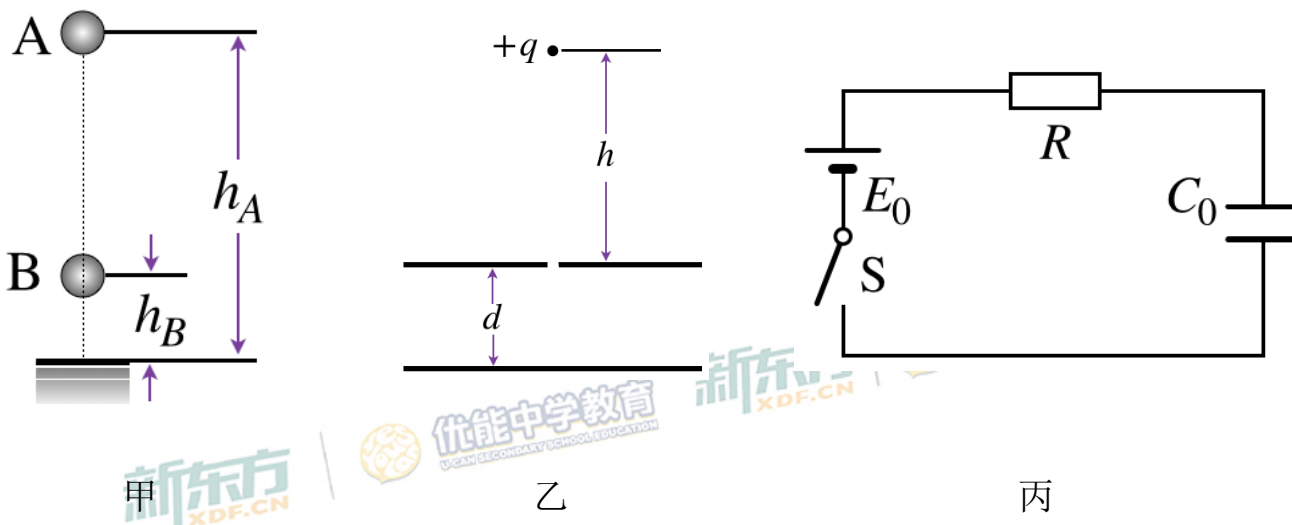
【解析】(1) 对人与垫分析有： $f = \mu N$ ① $N = mg \cos \theta$ ②，可得 $f = \mu mg \cos \theta$

(2) 由A到C列动能定理有： $mgh - \mu mg \cos \theta \frac{h}{\sin \theta} = \frac{1}{2}mv^2$ ③，解得 $v = \sqrt{2gh(1 - \frac{2\mu}{\tan \theta})}$

(3) 由A到D，据能量守恒可知： $Q = mgh$

23. (18分)

能量守恒是自然界基本规律，能量转化通过做功实现。



(1) 如图甲所示，质量为 m 的小球在自由下落过程中只受重力作用，小球经过 A 点的速率为 v_A ，经过 B 点的速率为 v_B 。以地面为重力势能的零势能面，小球在 A 点的重力势能为 $E_{PA} = mgh_A$ ，在 B 点的重力势能为 $E_{PB} = mgh_B$ 。

请根据动能定理证明：小球在 A 、 B 两点的机械能相等。

(2) 如图乙所示，平行板电容器水平放置，上板正中央有一小孔，两极板间的距离为 d ，电势差为 U 。一质量为 m 、带电量为 $+q$ 的小球从小孔正上方某处由静止开始下落，穿过小孔到达下极板处速度恰为零。重力加速度为 g （空气阻力忽略不计）。求：小球释放位置距离上极板的高度 h 。

(3) 研究发现，电容器存储的能量表达式为 $E_C = \frac{1}{2}CU^2$ ，其中 U 为电容器两极板间的电势差， C 为电容器的电容。现将一电容器、电源和某定值电阻按照如图丙所示的电路进行连接。已知电源电动势为 E_0 ，电容器电容为 C_0 ，定值电阻阻值为 R ，其他电阻均不计，电容器原来不带电。现将开关 S 闭合，一段时间后，电路达到稳定状态。

求：在闭合开关到电路稳定的过程中，该电路因电磁辐射、电流的热效应等原因而损失的能量。

【答案】(1) 见解析 (2) $h = \frac{qU}{mg} - d$ (3) $E_{\text{损}} = E_{\text{放}} - E_{\text{充}} = CE_0^2 - \frac{1}{2}CE_0^2 = \frac{1}{2}CE_0^2$

【解析】(1) 小球由 A 运动至 B,

重力做功为重力势能减少量, 有 $W_{AB} = E_{pA} - E_{pB}$;

对整个过程列动能定理, 有 $W_{AB} = \Delta E_k$,

$$\text{即 } E_{pA} - E_{pB} = E_{kB} - E_{kA},$$

整理后, 得 $E_{pA} + E_{kA} = E_{pB} + E_{kB}$,

综上, 证明小球在 A、B 两点得机械能相等。

(2) 小球首先自由落体, 进入两极板间后开始减速, 到下极板时减速为零,

对整个过程列动能定理, 有 $W_{\text{电}} + W_{\text{重}} = \Delta E_k$,

$$\text{即 } -qU + mg(h + d) = 0 - 0,$$

$$\text{得 } h = \frac{qU}{mg} - d.$$

(3) 根据电容定义, 有 $C = \frac{Q}{U}$, 其中 Q 为电容器储存的电荷量, 得 $Q = CU$;

根据题意, 电容器储存能量 $E_c = \frac{1}{2}CU^2$;

利用电动势为 E_0 的电源给电容器充电, 电容器两极板间电压最终为 E_0 ,

所以电容器最终储存的能量为 $E_{\text{充}} = \frac{1}{2}CE_0^2$,

则电容器最终储存电荷量为 $Q = CE_0$,

整个过程中电源消耗能量为 $E_{\text{放}} = W_{\text{电源}} = E_0 It = E_0 Q = CE_0^2$,

根据能量守恒得 $E_{\text{损}} = E_{\text{放}} - E_{\text{充}} = CE_0^2 - \frac{1}{2}CE_0^2 = \frac{1}{2}CE_0^2$

24. (20分)

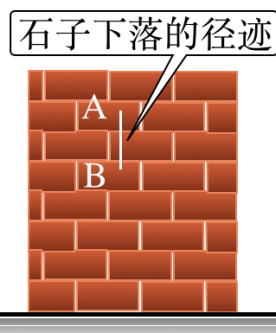
伽利略在研究自由落体运动时，猜想自由落体的速度是均匀变化的，他考虑了速度的两种变化：一种是速度随时间均匀变化，另一种是速度随位移均匀变化。

(1) 现在我们已经知道，自由落体运动是速度随时间均匀变化的运动。

有一种“傻瓜”照相机的曝光时间极短，且固定不变。为估测“傻瓜”照相机的曝光时间，实验者从某砖墙前的高处使一个石子自由落下，拍摄石子在空中的照片如图甲所示。由于石子的运动，它在照片上留下了一条模糊的径迹。已知石子在 A 点正上方 1.8m 的高度自由下落，每块砖的平均厚度为 6.0cm。(不计空气阻力， g 取 10m/s^2)

a. 计算石子到达 A 点的速度大小 v_A ；

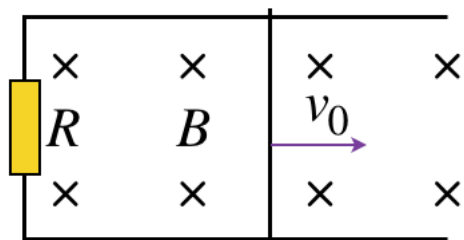
b. 估算这架照相机的曝光时间 (结果保留一位有效数字)。



(2) 速度随位移均匀变化的运动也确实存在，已知一物体做速度随位移均匀变化的变速直线运动，其速度与位移的关系式为 $v=v_0+kx$ (v_0 为初速度， v 为位移为 x 时的速度)。

a. 证明：此物体运动的加速度 a 和速度 v 成正比，且比例系数为 k ；

b. 如图乙所示，两个光滑的水平金属导轨间距为 L ，左侧连接有电阻为 R 的电阻，磁感应强度为 B 的匀强磁场垂直穿过导轨平面。有一质量为 m 的导体棒以初速度 v_0 向右运动，导体棒始终与导轨接触良好。除左边的电阻 R 外，其他电阻均不计。已知棒的运动是速度随位移均匀变化的运动，即满足关系式 $v=v_0+kx$ 。设棒向右移动最远的距离为 s (s 未知)，求 k 值及当棒运动到 λs 时 ($0<\lambda<1$) 电阻 R 上的热功率。



【答案】(1) $6\text{m/s}; 0.02\text{s}$ (2) $P = I^2 R = \frac{B^2 L^2 v_0^2 (1-\lambda)^2}{R}$

【解析】(1) a. 由自由落体可知, 设从 O 点静止下落

$$h_{OA} = 1.8\text{m}$$

$$h_{OA} = \frac{1}{2}gt^2 \quad t_A = \sqrt{\frac{2h_{OA}}{g}} = 0.6\text{s}$$

$$v_A = gt = 6\text{m/s}$$

b. 由图中可知 h_{AB} 距离近似为两块砖厚度

方法一: $h_{AB} = 12\text{cm} = 0.12\text{m}$

$$h_{OB} = h_{OA} + h_{AB} = 1.92\text{m}$$

$$h_{OB} = \frac{1}{2}gt_B^2$$

$$t_B = 0.62\text{s}$$

曝光时间 $\Delta t = t_B - t_A = 0.02\text{s}$

方法二: 由于曝光时间极短, 可看成匀速直线运动

$$\Delta t = \frac{h_{AB}}{v_A} = \frac{0.12}{6} = 0.02\text{s}$$

(2) a.

$$v = v_0 - kv$$

$$\Delta v = k\Delta x$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{k\Delta x}{\Delta t}$$

Δt 取趋近于 0 时, $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 表示在时刻 t 的瞬时速度

$$a = kv$$

b. 方法一: 设经时间 t , 棒滑行距离 x , 速度变为 v

感应电动势 $E = BLv$

电流 $I = \frac{E}{R}$

$$\text{安培力 } F_A = BIL \quad \text{即} \quad F_A = \frac{B^2 L^2 v}{R}$$

将 t 分为 n 小段 Δt ，在此段内位移 Δx ，规定向右为正。由动量定理 $-F_A \cdot \Delta t = m\Delta v$

$$-\frac{B^2 L^2 v}{R} \cdot \Delta t = m\Delta v$$

$$\Sigma\left(-\frac{B^2 L^2 v}{R}\right) \cdot \Delta t = \Sigma m\Delta v$$

$$-\frac{B^2 L^2 x}{R} = m(v - v_0)$$

由 $v = v_0 - kx$ 可知

$$k = \frac{v - v_0}{x} = -\frac{B^2 L^2}{Rm}$$

$$\text{当 } x = s \text{ 时 } v = 0, \quad -\frac{B^2 L^2 s}{R} = 0 - mv_0 \quad \text{①}$$

$$\text{当 } x = \lambda s \text{ 时 } -\frac{B^2 L^2 \lambda s}{R} = mv - mv_0 \quad \text{②}$$

$$\frac{\text{②}}{\text{①}} \quad \lambda = \frac{v - v_0}{-v_0}$$

$$v = (1 - \lambda)v_0$$

$$\text{当速度为 } v \text{ 时 } I = \frac{E}{R} = \frac{BLv}{R} = \frac{BLv_0(1-\lambda)}{R}$$

$$R \text{ 上消耗的功率 } P = I^2 R = \frac{B^2 L^2 v_0^2 (1-\lambda)^2}{R}$$

方法二：设经时间 t ，棒滑行距离 x ，速度变为 v

$$\text{感应电动势 } E = BLv$$

$$\text{电流 } I = \frac{E}{R}$$

$$\text{安培力 } F_A = BIL \quad \text{即} \quad F_A = \frac{B^2 L^2 v}{R}$$

$$\text{由牛顿第二定律 } F = ma \quad \text{得出} \quad -\frac{B^2 L^2 v}{R} = ma$$

$$a = -\frac{B^2 L^2 v}{mR} \quad \text{由 } a \text{ 结论} \quad k = \frac{-B^2 L^2}{mR}$$

$$\text{所以 } v = v_0 - \frac{B^2 L^2}{mR} x$$

$$\text{当运动到 } \lambda s \text{ 时 } v = v_0 - \frac{B^2 L^2}{mR} \lambda s$$

$$\text{当运动到}s\text{时 } 0 = v_0 - \frac{B^2 l^2}{mR} s$$

$$\text{解得 } v = (1 - \lambda)v_0$$

$$\text{当速度为}v\text{时 } I = \frac{E}{R} = \frac{BLv}{R} = \frac{BLv_0(1-\lambda)}{R}$$

$$R \text{ 上消耗的功率 } P = I^2 R = \frac{B^2 L^2 v_0^2 (1-\lambda)^2}{R}$$

