

浙江新高考 2018 年 4 月选考科目

物理试题

一、选择题 I: (本题共 13 小题, 每小题 3 分, 共 39 分, 每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的, 不选、多选、错选均不得分)

1. 通过理想斜面实验得出“力不是维持物体运动的原因”的科学家是

- A. 亚里士多德 B. 伽利略 C. 笛卡尔 D. 牛顿

【答案】B

【解析】

【详解】A. 亚里士多德认为力是维持物体运动状态的原因, 故 A 项不符合题意;

B. 伽利略通过理想斜面实验提出了力不是维持物体运动的原因, 故 B 项符合题意;

C. 笛卡尔在伽利略研究的基础上, 强调了惯性运动的直线性, 故 C 项不符合题意;

D. 牛顿在伽利略等前人研究的基础上提出了牛顿第一定律, 认为力是改变物体运动状态的原因, 但不是第一个根据实验提出力不是维持物体运动原因的科学家, 也不是第一个提出惯性的科学家, 故 D 项不符合题意.

2. 某驾驶员使用定速巡航, 在高速公路上以时速 110 公里行驶了 200 公里. 其中“时速 110 公里”、“行驶 200 公里”分别是指 ()

- A. 速度、位移 B. 速度、路程 C. 速率、位移 D. 速率、路程

【答案】D

【解析】

【详解】行驶 200 公里指的是经过的路程的大小, 时速为 110 公里是某一个时刻的速度, 是瞬时速度的大小, 故 D 正确, A、B、C 错误;

故选 D.

3. 用国际单位制的基本单位表示能量的单位, 下列正确的是

- A. $\text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$ B. $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$ C. N/m D. N·m

【答案】A

【解析】

【详解】根据 $W = Fs$, $F = ma$, 可得 $J = \text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2 \cdot \text{m} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$, 故 A 正确, B、C、D 错误;

4. A、B 两艘快艇在湖面上做匀速圆周运动 (如图), 在相同时间内, 它们通过的路程之比是 4: 3, 运动方向改变的角度之比是 3: 2, 则它们 ()



- A. 线速度大小之比为 4: 3
 B. 角速度大小之比为 3: 4
 C. 圆周运动的半径之比为 2: 1
 D. 向心加速度大小之比为 1: 2

【答案】A

【解析】

【详解】A、因为相同时间内他们通过的路程之比是 4: 3，根据 $v = \frac{s}{t}$ ，则 A、B 的线速度之比为 4: 3，故 A 正确；

B、运动方向改变的角度之比为 3: 2，根据 $\omega = \frac{\Delta\theta}{t}$ ，则角速度之比为 3: 2，故 B 错误；

C、根据 $v = \omega r$ 可得圆周运动的半径之比为 $\frac{r_1}{r_2} = \frac{4}{3} \times \frac{2}{3} = \frac{8}{9}$ ，故 C 错误；

D、根据 $a = v\omega$ 得，向心加速度之比为 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{v_1\omega_1}{v_2\omega_2} = \frac{4}{3} \times \frac{3}{2} = \frac{2}{1}$ ，故 D 错误；

故选 A.

5. 杭州市正将主干道上的部分高压钠灯换成 LED 灯，已知高压钠灯功率为 400W，LED 灯功率为 180W，若更换 4000 盏，则一个月可节约的电能约为

- A. $9 \times 10^3 \text{ kW} \cdot \text{h}$
 B. $3 \times 10^5 \text{ kW} \cdot \text{h}$
 C. $6 \times 10^5 \text{ kW} \cdot \text{h}$
 D. $1 \times 10^{12} \text{ kW} \cdot \text{h}$

【答案】B

【解析】

【详解】一个月可节省的电能最接近 $W = Pt = (0.4\text{kW} - 0.18\text{kW}) \times 4000 \times 10\text{h} \times 30 \approx 3 \times 10^5 \text{ kW} \cdot \text{h}$ ，故 B 正确，ACD 错误；

故选 B.

6. 真空中两个完全相同、带等量同种电荷的金属小球 A 和 B（可视为点电荷），分别固定在两处，它们之间的静电力为 F，用一个不带电的同样金属球 C 先后与 A、B 球接触，然后移开球 C，此时 A、B 球间的静电力为

A. $\frac{F}{8}$

B. $\frac{F}{4}$

C. $\frac{3F}{8}$

D. $\frac{F}{2}$

【答案】C

【解析】

【详解】真空中两个静止点电荷间的静电力大小为： $F = k \frac{Q_A Q_B}{r^2} = k \frac{Q^2}{r^2}$ ，

不带电的同样的金属小球 C 先与 A 接触： $Q_C = Q_A' = \frac{Q}{2}$ ，

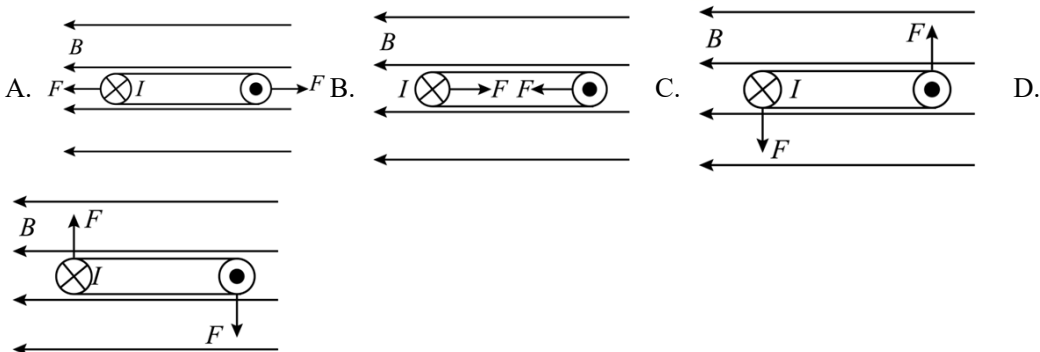
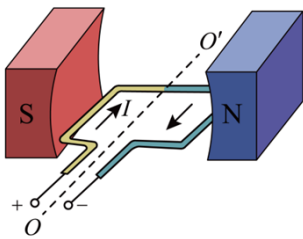
带同种电荷的金属小球 C 再与 B 接触： $Q_B' = Q_C' = \frac{Q_B + Q_C}{2} = \frac{3Q}{4}$ ，

则两点电荷间的静电力大小为： $F' = k \frac{Q_A' Q_B'}{r^2} = \frac{3kQ^2}{8r^2} = \frac{3}{8} F$ ，

故 C 正确，ABD 错误。

【点睛】由库仑定律可知，在真空是必须确保电荷量不变，且电荷间距要大是能带电量看成点来处理。同时两球带同种电荷，所以当与 A 球接触后的小球 C 与 B 球接触时，则先出现电荷中和，然后再平分电荷。

7. 处于磁场 B 中的矩形金属线框可绕轴 OO' 转动，当线框中通以电流 I 时，如图所示，此时线框左右两边受到安培力 F 的方向正确的是



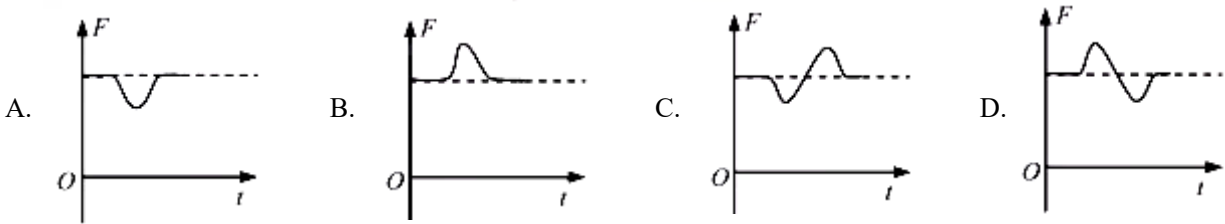
【答案】D

【解析】

【详解】由图可知：磁场的方向水平向左，由左手定则可知：左边受到的安培力方向竖直向上，右边受到的安培力方向竖直向下，故 D 正确，A、B、C 错误；

故选 D.

8. 如图所示, 小芳在体重计上完成下蹲动作, 下列 $F-t$ 图像能反应体重计示数随时间变化的是



【答案】C

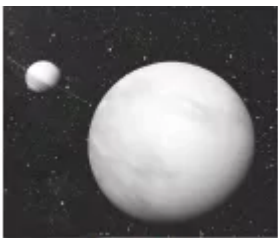
【解析】

【详解】对人的运动过程分析可知, 人下蹲的过程可以分成两段: 人在加速下蹲的过程中, 有向下的加速度, 处于失重状态, 此时人对传感器的压力小于人的重力的大小; 在减速下蹲的过程中, 加速度方向向上, 处于超重状态, 此时人对传感器的压力大于人的重力的大小, 故 C 正确, A、B、D 错误;

故选 C.

【点睛】人在加速下蹲的过程中, 有向下的加速度, 处于失重状态, 在减速下蹲的过程中, 加速度方向向上, 处于超重状态.

9. 土星最大的卫星叫“泰坦”(如图), 每 16 天绕土星一周, 其公转轨道半径约为 $1.2 \times 10^6 \text{ km}$, 已知引力常量 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$, 则土星的质量约为 ()



A. $5 \times 10^{17} \text{ kg}$

B. $5 \times 10^{26} \text{ kg}$

C. $7 \times 10^{33} \text{ kg}$

D. $4 \times 10^{36} \text{ kg}$

【答案】B

【解析】

【详解】卫星绕土星运动，土星的引力提供卫星做圆周运动的向心力设土星质量为 M ，则

$$\frac{GMm}{R^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} R$$

解得

$$M = \frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$$

代入计算可得

$$M = \frac{4 \times 3.14^2 \times (1.2 \times 10^6 \times 10^3)^3}{6.67 \times 10^{-11} \times (16 \times 24 \times 3600)^2} \text{kg} \approx 5 \times 10^{26} \text{kg}$$

故选 B。

10. 如图所示，竖直井中的升降机可将地下深处的矿石快速运送到地面。某一竖井的深度约为 104m，升降机运行的最大速度为 8m/s，加速度大小不超过 1m/s^2 ，假定升降机到井口的速度为零，则将矿石从井底提升到井口的最短时间是



- A. 13s B. 16s C. 21s D. 26s

【答案】C

【解析】

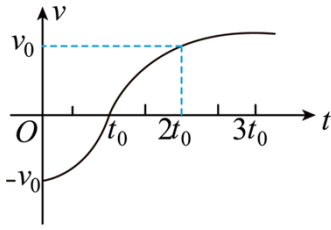
【详解】升降机先做加速运动，后做匀速运动，最后做减速运动，在加速阶段，所需时间 $t_1 = \frac{v}{a} = 8\text{s}$ ，通过的位移为 $x_1 = \frac{v^2}{2a} = 32\text{m}$ ，在减速阶段与加速阶段相同，在匀速阶段所需时间为： $t_2 = \frac{x - 2x_1}{v} = \frac{104 - 2 \times 32}{8} \text{s} = 5\text{s}$ ，总时间为： $t = 2t_1 + t_2 = 21\text{s}$ ，故 C 正确，A、B、D 错误；

故选 C。

【点睛】升降机先做加速运动，后做匀速运动，最后做减速运动，根据速度位移公式和速度时间公式求得总时间。

11. 一带电粒子仅在电场力作用下从 A 点开始以 $-v_0$ 做直线运动，其 v-t 图像如图所示，粒子在 t_0 时刻运

动到 B 点， $3t_0$ 时刻运动到 C 点，下列判断正确的是



- A. A、B、C 三点的电势关系为 $\varphi_B > \varphi_A > \varphi_C$
- B. A、B、C 三点场强大小关系为 $E_C > E_B > E_A$
- C. 粒子从 A 点经 B 点运动到 C 点，电势能先增加后减少
- D. 粒子从 A 点经 B 点运动到 C 点，电场力先做正功后做负功

【答案】C

【解析】

【详解】A、因为不知道带电粒子的电性，所以无法判断电势的关系，故 A 错误；

B、由速度图像可知，加速度先增大后减小，所以 B 点的加速度最大，电场强度最大，故 B 错误；

C、由图像可知：动能先减小后增大，根据能量守恒可知：电势能先增后减小，故 C 正确；

D、因为电势能先增大后减小，所以电场力先做负功后做正功，故 D 错误；

故选 C.

【点睛】速度图像的斜率大小表示加速度的大小，根据速度大小可知动能的变化，根据能量守恒可知电势能的变化.

12. 在城市建筑施工中，经常需要确定地下金属管线的位置，如图所示，有一种探测方法是，首先给金属长直管线上通上电流，再用可以测量磁场强弱、方向的仪器进行以下操作：①用测量仪在金属管线附近的水平地面上找到磁场的最强的某点，记为 a；②在 a 点附近的地面上，找到与 a 点磁感应强度相同的若干点，将这些点连成直线 EF；③在地面上过 a 点垂直于 EF 的直线上，找到磁场方向与地面夹角为 45° 的 b、c 两点，测得 b、c 两点距离为 L，由此可确定金属管线水平地面



- A. 平行于 EF，深度为 $\frac{L}{2}$
- B. 平行于 EF，深度为 L

C. 垂直于 FE，深度为 $\frac{L}{2}$

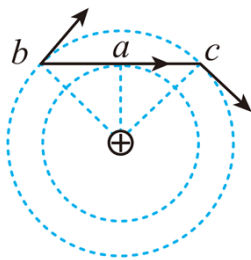
D. 垂直于 EF，深度为 L

【答案】A

【解析】

【详解】根据通电直导线产生的磁场特点：距离电流越近，产生的磁场强度越大，则 a 点距离管线最近，EF 上的点均是距离管线最近的点，管线在 EF 的正下方，与 EF 平行；

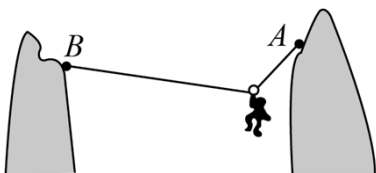
根据安培定则做出管线产生磁场的横截面图示：



则由几何关系可以确定 a 到管线的距离为 $\frac{L}{2}$ ，故 A 正确，BCD 错误；

故选 A.

13. 如图所示，一根绳的两端分别固定在两座猴山的 A、B 处，A、B 两点水平距离为 16m，竖直距离为 2m，A、B 间绳长为 20m. 质量为 10kg 的猴子抓住套在绳上的滑环从 A 处滑到 B 处. 以 A 点所在水平面为参考平面，猴子在滑行过程中重力势能最小值约为（绳处于拉直状态）



A. $-1.2 \times 10^3 \text{ J}$

B. $-7.5 \times 10^2 \text{ J}$

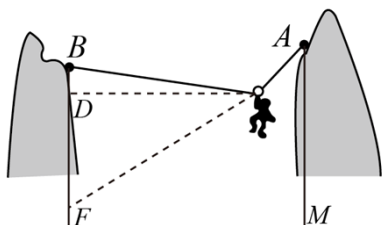
C. $-6.0 \times 10^2 \text{ J}$

D. $-2.0 \times 10^2 \text{ J}$

【答案】B

【解析】

【详解】猴子的动能最大时重力势能最小，猴子的加速度为零时速度最大，动能最大，此时猴子受力平衡则可以得到下面的几何关系：



绳长 $AC+BC=AF=20\text{m}$ ，又 $MF=16\text{m}$ ，由勾股定理得 $AM=12\text{m}$ ，而 AB 竖直距离为 2m ，则 $BF=10\text{m}$ ， D 为 BF 中点， $BD=5\text{m}$ ， C 和 D 等高，则 A 、 C 的竖直高度差为 7m ，此时猴子的重力势能为：

$E_p = mgh = (-7 \times 10 \times 10)\text{J} = -700\text{J}$ ，与 B 最接近，故 B 正确， A 、 C 、 D 错误；

故选 B 。

二、选择题 II（本题共 3 小题，每小题 2 分，共 6 分，每小题给出四个备选项中至少有一个是正确的，全部选对得 2 分，选对但不全得 1 分，有选错得 0 分）

14. 下列说法正确的是（ ）

- A. 组成原子核的核子越多，原子核越稳定
- B. ${}^{238}_{92}\text{U}$ 衰变为 ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ 经过 4 次 α 衰，2 次 β 衰变
- C. 在 LC 振荡电路中，当电流最大时，线圈两端电势差也最大
- D. 在电子的单缝衍射实验中，狭缝变窄，电子动量的不确定量变大

【答案】BD

【解析】

【详解】A、比结合能越大，表示原子核中核子结合得越牢固，原子核越稳定，与核子多少无关，故 A 错误；

B、 ${}^{238}_{92}\text{U}$ 衰变为 ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ 经过，质量数减少 16，质子数减少 6，而一次 α 衰变，质子数减 2，质量数减 4，一次 β 衰变，质子数增加 1，质量数不变，所以是 4 次 α 衰变，2 次 β 衰变，故 B 正确；

C、当线圈两端电势差也最大时，电流变化率最大，电流为 0，故 C 错误；

D、狭缝变窄，使得 Δx 变小，根据不确定关系，则 ΔP 变大，故 D 正确；

故选 BD。

15. 氢原子的能级图如图所示，关于大量氢原子的能级跃迁，下列说法正确的是（可见光的波长范围为 $4.0 \times 10^{-7}\text{m} \sim 7.6 \times 10^{-7}\text{m}$ ，普朗克常量 $h = 6.6 \times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ ，真空中光速 $c = 3.0 \times 10^8\text{m/s}$ ）

n	E/eV
∞	0
4	-0.85
3	-1.51
2	-3.4

- A. 氢原子从高能级跃迁到基态时，会辐射 γ 射线
- B. 氢原子处在 $n=4$ 能级，会辐射可见光
- C. 氢原子从高能级向 $n=3$ 能级跃迁时，辐射的光具有显著的热效应
- D. 氢原子从高能级向 $n=2$ 能级跃迁时，辐射的光在同一介质中传播速度最小的光子能量为 $1.89eV$

【答案】BC

【解析】

【详解】A、 γ 射线是原子核通过衰变产生的高能电磁波，与核外电子无关，故 A 错误；

B、根据 $E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$ 可得，可见光光子的能量为 $1.63eV \sim 3.09eV$ ，从 $n=4$ 能级跃迁到 $n=2$ 能级

$\Delta E = -0.85eV + 3.40eV = 2.55eV$ ，在该能量范围内，故 B 正确；

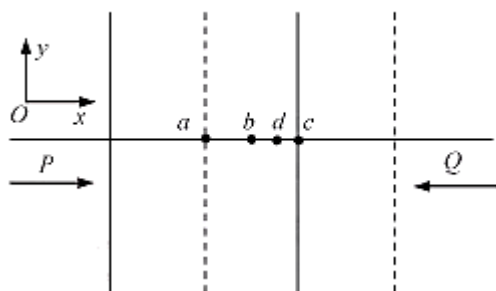
C. 从高能级向 $n=3$ 能级跃迁辐射的能量最大值为 $1.51eV$ ，小于 $1.63eV$ ，属于红外线，具有热效应，故 C 正确；

D. 传播速度越小，折射率越大，光子频率越大，能量越大，而从高能级向 $n=2$ 能级跃迁时最大能量为 $3.4eV$ ，故 D 错误。

故选 BC.

【点睛】能级间跃迁辐射的光子能量等于两能级间的能级差，能级差越大，辐射的光子频率越高，波长越短，然后结合各种光的频率的范围分析即可。

16. 两列频率相同、振幅均为 A 的简谐横波 P、Q 分别沿 $+x$ 和 $-x$ 轴方向在同一介质中传播，两列波的振动方向均沿 y 轴，某时刻两波的波面如图所示，实线表示 P 波的波峰，Q 波的波谷；虚线表示 P 波的波谷、Q 波的波峰. a、b、c 为三个等间距的质点，d 为 b、c 中间的质点. 下列判断正确的是：



- A. 质点 a 的振幅为 $2A$
- B. 质点 b 始终静止不动

- C. 图示时刻质点 c 的位移为 0
 D. 图示时刻质点 d 的振动方向沿-y 轴

【答案】 CD

【解析】

【详解】 AC、质点 a 和 c 是两列波的波峰与波谷相遇点，两列波的振幅相等，所以 a 和 c 位移始终为 0，即静止不动，故 A 错误，C 正确；

B、在经过四分之一周期，两列波各向前传播四分之一波长，P 波 a 处的波谷和 Q 波在 c 处的波谷刚好传播到 b 点，所以 b 点是波谷与波谷相遇，振幅为 2A，为振动加强点，故 B 错误；

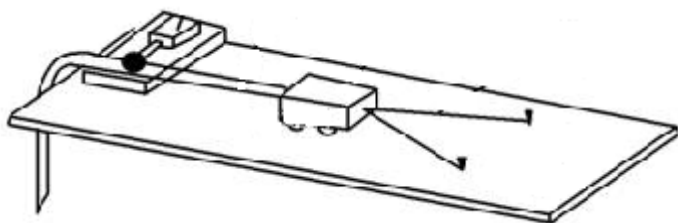
D、图示时刻，d 点在 P 波的平衡位置与波峰之间，振动方向沿 y 轴的负方向，同时 d 点在 Q 波的波谷与平衡位置之间，振动方向沿 y 轴的负方向，所以 d 点的振动方向沿 y 轴的负方向，故 D 正确；

故选 CD.

【点睛】 两列频率相同的相干波，当波峰与波峰相遇或波谷与波谷相遇时振动加强，当波峰与波谷相遇时振动减弱，据此分析.

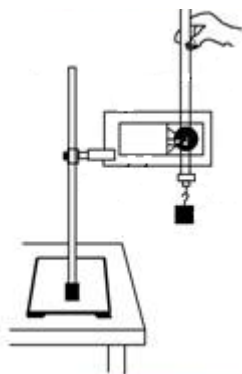
三、非选择题

17. 用图所示装置做“探究功与速度变化的关系”实验时，除了图中已给出的实验器材外，还需要的测量工具有_____（填字母）；



- A. 秒表 B. 天平 C. 刻度尺 D. 弹簧测力计

(2) 用图所示装置做“验证机械能守恒定律”实验时，释放重物前有下列操作，其中正确的两项是_____（填字母）；

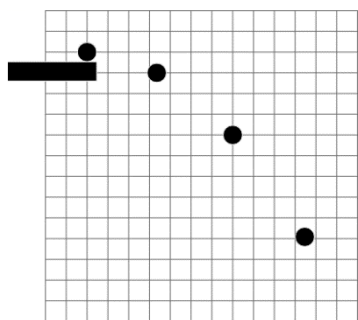


- A. 将打点计时器的两个限位孔调节到同一竖直线上

B. 手提纸带任意位置

C. 使重物靠近打点计时器

(3) 图是小球做平抛运动的频闪照片，其上覆盖了一张透明方格纸。已知方格纸每小格边长均为 0.8 cm，由图中可知小球的初速度大小为 _____ m/s (g 取 10 m/s^2 ，结果保留两位有效数字)。



【答案】 ①. (1) C ②. (2) AC ③. (3) 0.70

【解析】

【详解】(1) 探究功与速度变化的关系实验中因为使用打点计时器测速度，不需要秒表，故 A 错误；因为运动中质量不变，在找关系时不需要天平测质量，故 B 错误，由纸带上的点计算速度需要刻度尺测量距离，故 C 正确，每次试验时橡皮筋成倍数的增加，形变量不变，功的关系不需要测力，故 D 错误；
故选 C。

(2) 图中利用自由落体运动验证机械能守恒定律，故 A 正确，释放前手应该提纸带不挂重锤的一端，故 B 错误；为了打上更多的点，重物应该靠近打点计时器，故 C 正确；
故选 AC。

(3) 由平抛运动的规律得：水平方向

$$3.3L = v_0 T,$$

竖直方向

$$2L = gT^2,$$

联立解得：

$$v_0 = 0.66 \text{ m/s}.$$

18. (1) 小明用多用电表测量一小段 2B 铅笔芯的电阻 R_x ，正确的操作顺序是 _____ (填字母)；

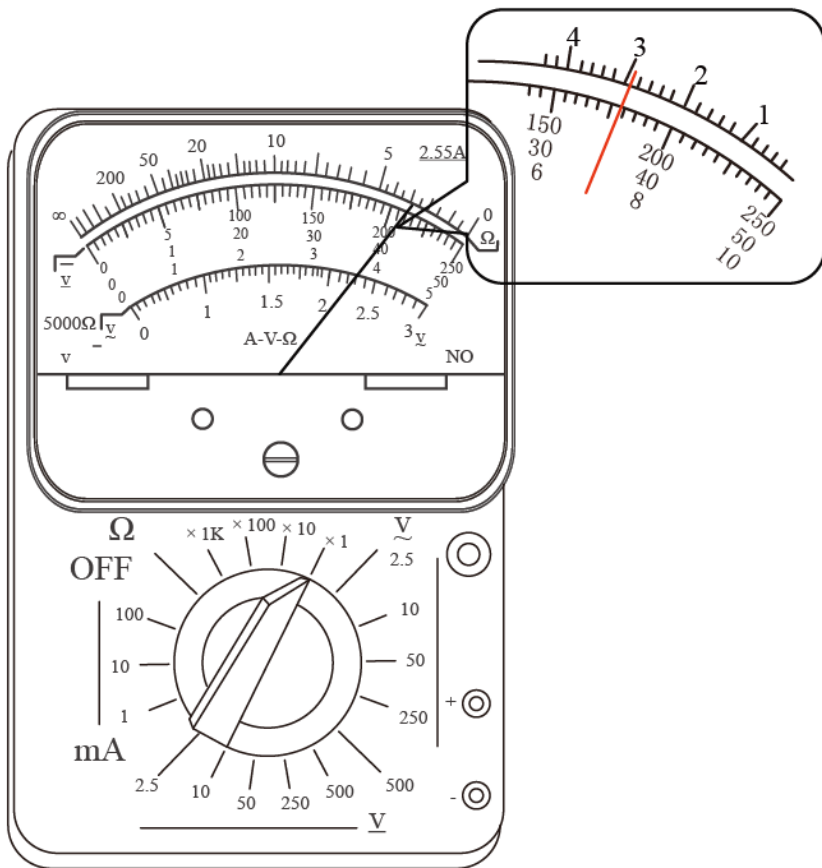
A. 把选择开关旋转到交流电压最高档

B. 调节欧姆调零旋钮使指针到欧姆零点

C. 把红黑表笔分别接在 R_x 两端，然后读数

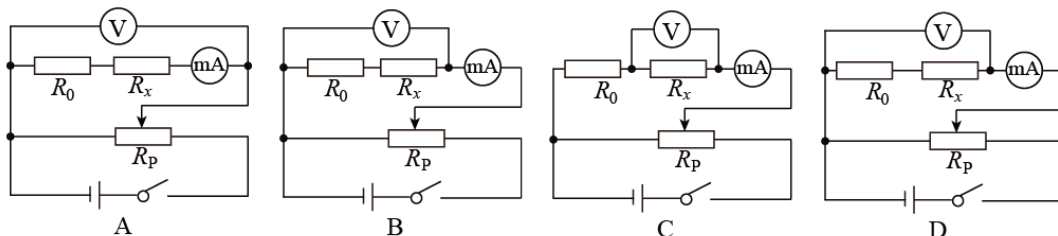
D. 把选择开关旋转到合适的档位，将红、黑表笔接触

E. 把红黑表笔分别插入多用电表“+、-”插孔，用螺丝刀调节指针定位螺丝，使指针指0



(2) 小明正确操作后，多用电表的指针位置如图所示，则 $R_x = \underline{\quad\quad} \Omega$;

(3) 小张认为用多用电表测量小电阻误差太大，采用伏安法测量。现有实验器材如下：电源（电动势 3V，内阻可忽略），电压表（量程 3V，内阻约 $3k\Omega$ ），多用电表（2.5mA 档；25mA 档和 250mA 档，对应的内阻约 40Ω ， 4Ω 和 0.4Ω ），滑动变阻器 R_p （0~10 Ω ），定值电阻 R_0 （阻值 10 Ω ），开关及导线若干。测量铅笔芯的电阻 R_x ，下列电路图中最合适的是 （填字母），多用电表选择开关应置于 档。



【答案】 ①. EDBCA ②. 2.8-3.0 ③. B ④. 250mA

【解析】

【详解】 (1) 多用电表应先进行机械调零，再进行欧姆调零，用完后再把电表档位调整到交流电压最高档

或 OFF 档；E 项是机械调零，DB 是欧姆调零，C 是测电阻，最后关闭是 A，故答案为 EDBCA.

(2) 由图可知，档位为 $\times 1$ ，读数为 2.9Ω .

(3) AB、由于待测电阻较小，电流表电阻引起的误差较大，所以采用外接法，故 A 错误，B 正确；

C. 电压表量程为 3V，电源电动势为 3V，C 图接法致使电压表偏转不明显，故 C 错误；

D. 图中电路图电压表测量的是电源的电压，不会随着滑动变阻器变化而变化，故 D 错误；

故选 B.

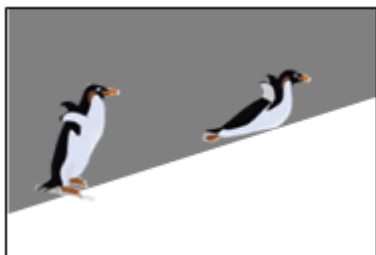
用电源电动势除以总电阻，最大电流约为 $I = \frac{3V}{13\Omega} \approx 230mA$ ，所以选择 $250mA$ 的量程.

19. 可爱的企鹅喜欢在冰面上玩游戏，如图所示，有一企鹅在倾角为 37° 的倾斜冰面上，先以加速度 $a=0.5m/s^2$ 从冰面底部由静止开始沿直线向上“奔跑”， $t=8s$ 时，突然卧倒以肚皮贴着冰面向前滑行，最后退滑到出发点，完成一次游戏（企鹅在滑动过程中姿势保持不变）。已知企鹅肚皮与冰面间的动摩擦因数 $\mu=0.25$ ， $\sin 37^\circ=0.60$ ， $\cos 37^\circ=0.80$ ，重力加速度 g 取 $10m/s^2$ 。求：

(1) 企鹅向上“奔跑”的位移大小；

(2) 企鹅在冰面向前滑动的加速度大小；

(3) 企鹅退滑到出发点时的速度大小。（结果可用根式表示）



【答案】 (1) $16m/s$ (2) $8m/s^2$ (3) $11.7m/s$

【解析】

【详解】【分析】企鹅向上“奔跑”做匀加速运动，由运动学公式求出企鹅向上“奔跑”的位移大小；根据牛顿第二定律求出企鹅在冰面滑动的加速度大小，结合运动学公式求出企鹅退滑到出发点时的速度大小；

解：(1) “奔跑”过程 $x = \frac{1}{2}at^2 = 16m$

(2) 上滑过程： $a_1 = g \sin \theta + \mu g \cos \theta = 8m/s^2$

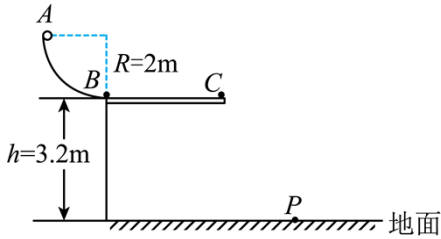
下滑过程 $a_2 = g \sin \theta - \mu g \cos \theta = 4m/s^2$

(3) 上滑位移 $x_1 = \frac{(at)^2}{2a_1} = 1m$,

退滑到出发点的速度 $v^2 = 2a_2(x + x_1)$,

解得 $v = 2\sqrt{34}m/s \approx 11.7m/s$

20. 如图所示, 一轨道由半径为 $2m$ 的四分之一竖直圆弧轨道 AB 和长度可以调节的水平直轨道 BC 在 B 点平滑连接而成. 现有一质量为 $0.2kg$ 的小球从 A 点无初速度释放, 经过圆弧上的 B 点时, 传感器测得轨道所受压力大小为 $3.6N$, 小球经过 BC 段所受阻力为其重力的 0.2 倍, 然后从 C 点水平飞离轨道, 落到水平面上的 P 点, P 、 C 两点间的高度差为 $3.2m$. 小球运动过程中可以视为质点, 且不计空气阻力.



- (1) 求小球运动至 B 点的速度大小以及小球在圆弧轨道上克服摩擦力所做的功;
- (2) 为使小球落点 P 与 B 点的水平距离最大, 求 BC 段的长度;
- (3) 小球落到 P 点后弹起, 与地面多次碰撞后静止. 假设小球每次碰撞机械能损失 75% , 碰撞前后速度方向与地面的夹角相等. 求小球从 C 点飞出后静止所需的时间.

【答案】 (1) $2.4J$ (2) $3.36m$ (3) $2.4s$

【解析】

【详解】 (1) 小球在 B 点受到的重力与支持力的合力提供向心力, 则有: $N - mg = m \frac{v_B^2}{R}$

解得: $v_B = 4m/s$

A 至 B 过程中, 由动能定理: $mgR - W_f = \frac{1}{2}mv_B^2$, 解得: $W_f = 2.4J$;

(2) B 至 C 过程中, 由动能定理: $-kmgL_{BC} = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2$

B 至 P 的水平距离为: $L = \frac{v_B^2 - v_C^2}{2kg} + v_C \sqrt{\frac{2h}{g}} = 4 - \frac{1}{4}v_C^2 + \frac{4}{5}v_C$

当 $v_C = 1.6m/s$ 时 P 至 B 的水平距离最大, 最大距离为: $L_m = 3.36m$;

(3) C 至 P 的时间为: $t_0 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 0.8s$, 由于小球每次碰撞机械能损失 75% , 由 $E_K = \frac{1}{2}mv^2$, 则碰撞后的速度为碰撞前速度的 $\frac{1}{2}$, 碰撞前后速度方向与地面的夹角相等, 则碰撞后竖直方向的分速度为碰撞前竖直方向分速度的 $\frac{1}{2}$, 所以第一次碰撞后上升到最高点的时间等于从 C 点到落地的时间的 $\frac{1}{2}$, 所以:

第一次反弹至落地时间为： $t_1 = \frac{1}{2} \times 2t_0 = 0.8s$

第二次反弹至落地时间为： $t_2 = \frac{1}{2}t_1 = 0.4s$

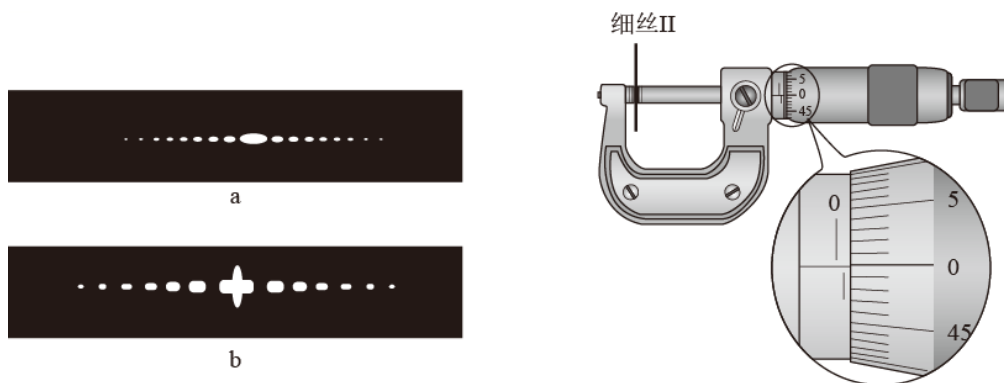
第三次反弹至落地时间为： $t_3 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}t_1 = 0.2s$

.....

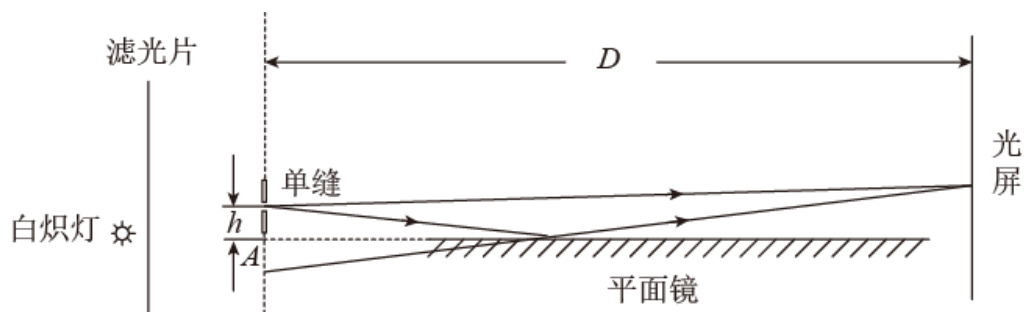
第 n 次反弹至落地时间为： $t_n = \left(\frac{1}{2}\right)^{n-1} \times t_1$

由数学归纳法分可得总时间为： $t = t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n = 2.4s$.

21. (1) 细丝和单缝有相似的衍射图样，在相同条件下，小明用激光束分别垂直照射两种不同直径的细丝 I 和细丝 II，在光屏上形成的衍射图样如图中 a 和 b 所示，已知细丝 I 的直径为 $0.605mm$ ，现用螺旋测微器测量细丝 II 的直径，如图所示，细丝 II 的直径为 _____ mm 。图中的 _____ (填“a”或“b”) 是细丝 II 的衍射图样。



(2) 小明在做“用双缝干涉测量光的波长”实验时，尝试用单缝和平面镜做类似实验。单缝和平面镜的放置如图所示，白炽灯发出的光经滤光片称为波长为 λ 的单色光照射单缝，能在光屏上观察到明暗相间的干涉条纹。小明测得单缝与镜面延长线的距离为 h ，与光屏的距离为 D ，则条纹间距 $\Delta x =$ _____，随后小明撤去平面镜，在单缝下方 A 处放置同样的另一单缝，形成双缝结构，则在光屏上 _____ (填“能”或“不能”) 观察到干涉条纹。

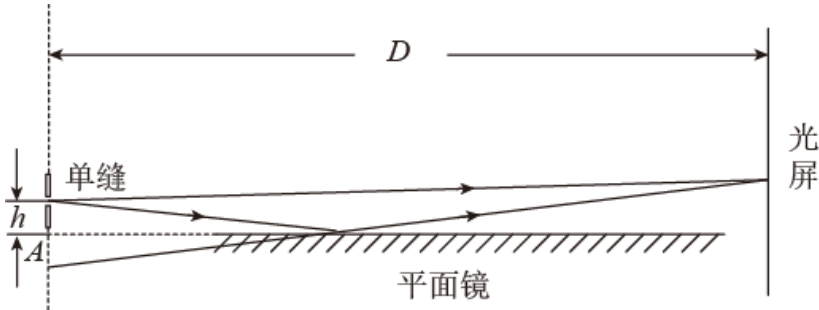


【答案】 ①. $0.996 \sim 1.000$ ②. a ③. $\frac{D}{2h}\lambda$ ④. 不能

【解析】

【详解】(1) 根据图示读数可知细丝 II 的直径为 0.999mm；单缝衍射，单缝越宽，衍射效果越不明显，条纹间距越小，所以是图 a 是直径更大的细丝的衍射图样；

(2) 如下图，通过平面镜反射的光线可以看做在 A 点下方 h 处射出的光线，则干涉条纹可以看做由到 A 点距离均为 h 的双缝干涉形成的条纹，则条纹间距 $\Delta x = \frac{l}{d} \lambda = \frac{D}{2h} \lambda$ ；



撤去平面镜，在单缝下方 A 处放置同样的另一单缝，有双缝结构，但白炽灯发出的光不是相干光，通过两缝的光不能发生干涉。

22. 压力波测量仪可将待测压力波转换成电压信号，其原理如图 1 所示，压力波 $p(t)$ 进入弹性盒后，通过与铰链 O 相连的“┠”型轻杆 L，驱动杆端头 A 处的微型霍尔片在磁场中沿 x 轴方向做微小振动，其位移 x 与压力 p 成正比 ($x = \alpha p, \alpha > 0$)。霍尔片的放大图如图 2 所示，它由长×宽×厚= $a \times b \times d$ ，单位体积内自由电子数为 n 的 N 型半导体制成，磁场方向垂直于 x 轴向上，磁感应强度大小为

$B = B_0(1 - \beta|x|)$ ， $\beta > 0$ 。无压力波输入时，霍尔片静止在 $x=0$ 处，此时给霍尔片通以沿 C_1C_2 方向的电流 I，则在侧面上 D_1 、 D_2 两点间产生霍尔电压 U_0 。

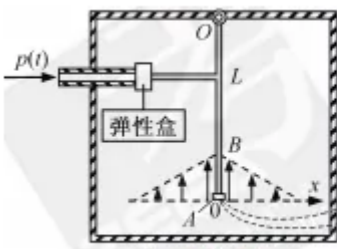


图 1

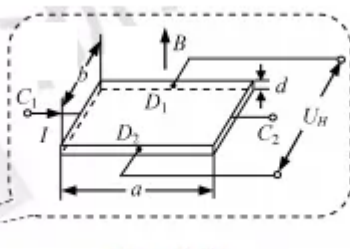


图 2

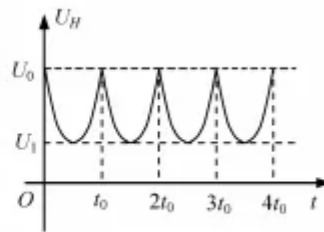


图 3

- (1) 指出 D_1 、 D_2 两点那电势高；
- (2) 推导出 U_0 与 I 、 B_0 之间的关系式 (提示：电流 I 与自由电子定向移动速率 v 之间关系为 $I = nevbd$ ，其中 e 为电子电荷量)；
- (3) 弹性盒中输入压力波 $p(t)$ ，霍尔片中通以相同的电流，测得霍尔电压 U_H 随时间 t 变化图像如图 3，忽略霍尔片在磁场中运动场所的电动势和阻尼，求压力波的振幅和频率。(结果用 U_0 、 U_1 、 t_0 、 α 、及 β)

【答案】(1) D_1 点电势高 (2) $U_0 = \frac{1}{ne} \frac{IB_0}{d}$ (3) $A = \frac{1}{\alpha\beta} (1 - \frac{U_1}{U_0})$, $f = \frac{1}{2t_0}$

【解析】

【详解】【分析】由左手定则可判定电子偏向 D_2 边，所以 D_1 边电势高；当电压为 U_0 时，电子不再发生偏转，故电场力等于洛伦兹力，根据电流 I 与自由电子定向移动速率 v 之间关系为 $I=nevbd$ 求出 U_0 与 I 、 B_0 之间的关系式；图像结合轻杆运动可知， $0-t_0$ 内，轻杆向一侧运动至最远点又返回至原点，则可知轻杆的运动周期，当杆运动至最远点时，电压最小，结合 U_0 与 I 、 B_0 之间的关系式求出压力波的振幅。

解：（1）电流方向为 C_1C_2 ，则电子运动方向为 C_2C_1 ，由左手定则可判定电子偏向 D_2 边，所以 D_1 边电势高；

（2）当电压为 U_0 时，电子不再发生偏转，故电场力等于洛伦兹力

$$qvB_0 = q \frac{U_0}{b} \quad (1)$$

由电流 $I = nevbd$

$$\text{得：} v = \frac{I}{nebd} \quad (2)$$

$$\text{将(2)代入(1)得 } U_0 = \frac{IB_0}{ned}$$

（3）图像结合轻杆运动可知， $0-t_0$ 内，轻杆向一侧运动至最远点又返回至原点，则轻杆的运动周期为 $T=2t_0$

$$\text{所以，频率为：} f = \frac{1}{2t_0}$$

当杆运动至最远点时，电压最小，即取 U_1 ，此时 $B = B_0(1 - \beta|x|)$

$$\text{取 } x \text{ 正向最远处为振幅 } A, \text{ 有：} U_1 = \frac{IB_0}{ned}(1 - \beta \cdot A)$$

$$\text{所以：} \frac{U_0}{U_1} = \frac{\frac{IB_0}{ned}}{\frac{IB_0(1 - \beta A)}{ned}} = \frac{1}{1 - \beta A}$$

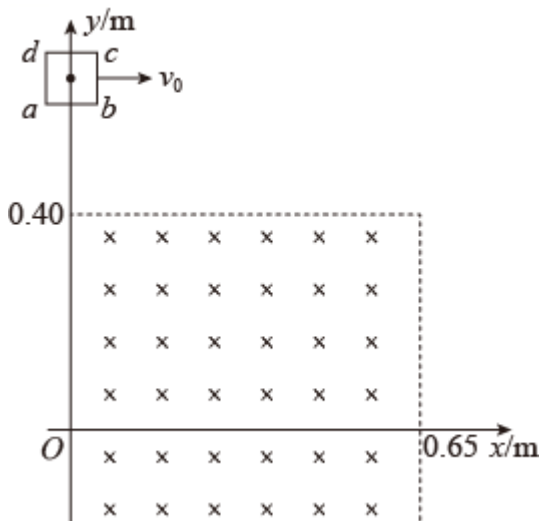
$$\text{解得：} A = \frac{U_0 - U_1}{\beta U_0}$$

$$\text{根据压力与唯一关系 } x = \alpha p \text{ 可得 } p = \frac{x}{\alpha}$$

$$\text{因此压力最大振幅为：} p_m = \frac{U_0 - U_1}{\alpha \beta U_0}$$

23. 如图所示，在竖直平面内建立 xOy 坐标系，在 $0 \leq x \leq 0.65\text{m}$ ， $y \leq 0.40\text{m}$ 范围内存在一具有理想边界、方向垂直纸面向里的匀强磁场区域。一边长为 $L=0.10\text{m}$ 、质量 $m=0.02\text{kg}$ 、电阻 $R=0.40\Omega$ 的匀质正方形刚性导线框 $abcd$ 处于图示位置，其中心的坐标为 $(0, 0.65)$ 。现将线框以初速度 $v_0 = 2\text{m/s}$ 水平向右抛出，线框在进入磁场过程中速度保持不变，然后在磁场中运动，最后从磁场右边界离开磁场区域，完成运

动全过程，线框在全过程中始终处于 xOy 平面内，其 ab 边与 x 轴保持平行，空气阻力不计，求：



- (1)磁感应强度 B 的大小；
- (2)线框在全过程中产生的焦耳热 Q ；
- (3)在全过程中， cb 两端得到电势差 U_{cb} 与线框中心位置的 x 坐标的函数关系。

【答案】 (1)2T； (2)0.0375J； (3)进入磁场前： $x \leq 0.4\text{m}$ ， $U_{cb} = 0$ ；进入磁场过程： $0.4\text{m} < x \leq 0.5\text{m}$ ， $U_{cb} = (2x - 0.7)\text{V}$ ；在磁场中： $0.5\text{m} < x \leq 0.6\text{m}$ ， $U_{cb} = 0.4\text{V}$ ；出磁场过程： $0.6\text{m} < x \leq 0.7\text{m}$ ，

$$U_{cb} = \frac{(1-x)}{4} \text{V}$$

【解析】

【分析】由运动学公式求出线框进入磁场的竖直速度 v_y ，由题意线框进入磁场时速度不变，由平衡条件和欧姆定律就能求出磁感应强度的大小；由动量定理结合线框通过磁场区域内电量是一定的，恰恰能求出线框的末速度，由能量守恒定律就能求出全过程产生的热量；分段考虑线框进入磁场时切割磁感线的速度（即竖直速度），先表示出电动势，再由欧姆定律表示 U_{cb} 两端的电压。

【详解】(1)线框进入磁场的过程中速度不变，线框受力平衡

$$mg = BIL$$

感应电流为

$$I = \frac{BLv_y}{R}$$

进入时的 y 方向速度

$$v_y = \sqrt{2gh} = 2\text{m/s}$$

解得

$$B=2\text{T}$$

(2)进磁场，动能定理得

$$mgL - Q_1 = 0$$

出磁场，水平方向，动量定理得

$$-BL\Delta q = mv - mv_0$$

又

$$\Delta q = \frac{BL^2}{R}$$

水平方向动能定理得

$$-Q_2 = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

联立解得

$$Q = Q_1 + Q_2 = 0.0375\text{J}$$

(3)刚好进入磁场时，水平位移为

$$x_1 = v_0 t_1 = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}} = 0.4\text{m}$$

当 $x \leq 0.4\text{m}$ 时，线圈在磁场外，则 $U_{cb} = 0$ 。

完全进入磁场时，水平位移为

$$x_2 = v_0(t_1 + t_2) = v_0\left(t_1 + \frac{L}{v_y}\right) = 0.5\text{m}$$

当 $0.4\text{m} < x \leq 0.5\text{m}$ 时， cb 间产生的电势差为

$$U_{cb} = \frac{3}{4}E_{bc} - \frac{1}{4}E_{ad} + \frac{1}{4}E_{ab} = \frac{3}{4}Bv_y t_2 v_0 - \frac{1}{4}Bv_y t_2 v_0 + \frac{1}{4}BLv_y = (2x - 0.7)\text{V}$$

在磁场中，即 $0.5\text{m} < x \leq 0.6\text{m}$ 时，线圈上下两边，在 cb 间产生的电势差为 0，回路电流为零，则

$$U_{cb} = BLv_0 = 0.4\text{V}$$

出磁场过程，当 $0.6\text{m} < x \leq 0.7\text{m}$ 时，水平方向，动量定理得

$$-BL\Delta q' = mv' - mv_0$$

又

$$\Delta q' = \frac{BL(x-0.6)}{R}$$

联立解得

$$v' = 5(1-x)\text{m/s}$$

线圈上下两边，在 cb 间产生的电势差为 0，则

$$U_{cb} = \frac{1}{4}E_{ad} = \frac{1}{4}BLv' = \frac{(1-x)}{4}\text{V}$$

