2018 年 4 月浙江

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 (B)

A. 亚里士多德　　B. 伽利略　　C. 笛卡尔　　D. 牛顿

> 伽利略通过理想斜面实验得出，力不是维持物体运动的原因，故 B 正确。

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 (D)

A. 速度、位移　　B. 速度、路程　　C. 速率、位移　　D. 速率、路程

> “时速 110 公里”是指汽车的速度大小，即速率；“行驶 200 公里”指汽车运动轨迹的长度，是路程，D 正确。

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)

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

> N 不是基本单位，故 CD 错误；由动能的定义式 $E_k=\frac{1}{2}mv^2$ 可知，$\mathrm{kg\cdot m^2/s^2}$ 为能量的单位，故 A 正确 B 错误。

4. A、B 两艘快艇在湖面上做匀速圆周运动（如图），在相同的时间内，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)



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

> 由线速度的定义 $v=\frac{s}{t}$ 得，A、B 两艘快艇的线速度大小之比为 4:3，故 A 正确；由角速度的定义 $\omega=\frac{\theta}{t}$ 得，A、B 两艘快艇的角速度大小之比为 3:2，故 B 错误；由线速度与角速度的关系 $v=\omega r$ 得，A、B 两艘快艇做圆周运动的半径之比为 8:9，故 C 错误；向心加速度 $a=v\omega$，所以 A、B 两艘快艇做圆周运动的向心加速度大小之比为 2:1，故 D 错误。

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 400 W，LED 灯功率为 180 W，若更换 4000 盏，则一个月可节约的电能约为 (B)

A. $9\times10^{3}\,\mathrm{kW\cdot h}$　　B. $3\times10^{5}\,\mathrm{kW\cdot h}$　　C. $6\times10^{5}\,\mathrm{kW\cdot h}$　　D. $1\times10^{12}\,\mathrm{kW\cdot h}$

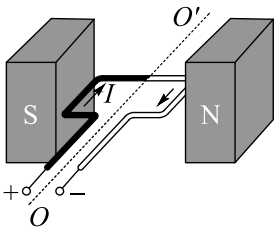
> 每天照明大约 12 小时，一个月内节约的电能大约为 $E=n(P_{\mathrm{N}}-P_{\mathrm{L}})t=4000\times220\times10^{-3}\times30\times12\,\mathrm{kW\cdot h}\approx3\times10^{5}\,\mathrm{kW\cdot h}$，故 B 正确。

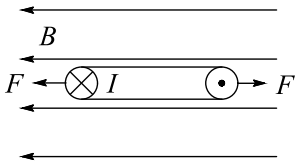
6. 真空中两个完全相同、带等量同种电荷的金属小球 A 和 B（可视为点电荷），分别固定在两处，它们之间的静电力为 F。用一个不带电的同样金属球 C 先后与 A、B 球接触，然后移开球 C，此时 A、B 球间的静电力为 (C)

A. $\frac{F}{8}$　　B. $\frac{F}{4}$　　C. $\frac{3F}{8}$　　D. $\frac{F}{2}$

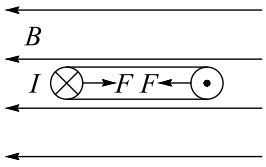
> 设最初 A、B 的电荷量均为 q。用金属球 C 先后与 A、B 接触后，A、B 的电荷量分别为 $\frac{q}{2}$、$\frac{3q}{4}$。最初，由库仑定律得 $F=k\frac{q^2}{r^2}$，接触之后，由库仑定律得 $F'=\frac{3}{8}\times k\frac{q^2}{r^2}=\frac{3}{8}F$，故 C 正确。

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安培力 F 的方向正确的是 (D)

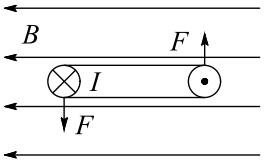




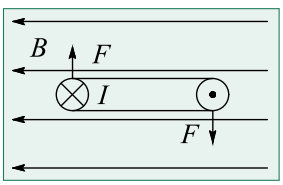
A.



B.



C.

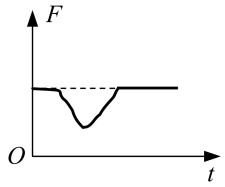


D.

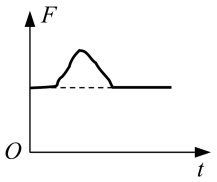
> 由左手定则可知，线框左边所受安培力 F 竖直向上，右边所受安培力 F 竖直向下，故 D 正确。

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

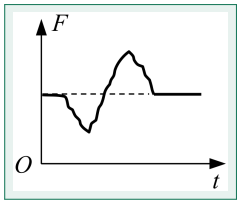




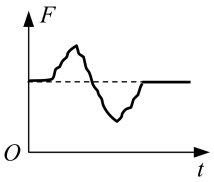
A.



B.



C.



D.

> 下蹲过程，小芳先加速下降，处于失重状态，后减速下降，处于超重状态，故 F 先减小后增大，故 C 正确。

9. 土星最大的卫星叫“泰坦”（如图），每 16 天绕土星一周，其公转轨道半径为 $1.2\times10^6\,\mathrm{km}$。已知引力常量 $G=6.67\times10^{-11}\,\mathrm{N\cdot m^2/kg^2}$，则土星的质量约为 (B)



A. $5\times10^{17}\,\mathrm{kg}$　　B. $5\times10^{26}\,\mathrm{kg}$　　C. $7\times10^{33}\,\mathrm{kg}$　　D. $4\times10^{36}\,\mathrm{kg}$

> 由万有引力提供向心力有 $G\frac{Mm}{r^2}=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$，得 $M=\frac{4\pi^2r^3}{GT^2}$，其中 $T=16\times24\times3600\,\mathrm{s}\approx1.38\times10^6\,\mathrm{s}$，解得 $M\approx5\times10^{26}\,\mathrm{kg}$，故 B 正确。

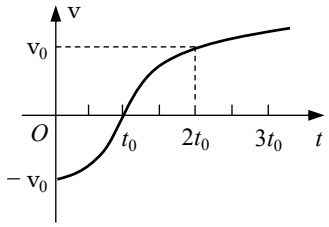
10. 如图所示，竖井中的升降机可将地下深处的矿石快速运送到地面。某一竖井的深度为 $104\,\mathrm{m}$，升降机运行的最大速度为 $8\,\mathrm{m/s}$，加速度大小不超过 $1\,\mathrm{m/s^2}$。假定升降机到井口的速度为 0，则将矿石从井底提升到井口的最短时间是 (C)



A. $13\,\mathrm{s}$　　B. $16\,\mathrm{s}$　　C. $21\,\mathrm{s}$　　D. $26\,\mathrm{s}$

矿石先以最大加速度加速上升，再匀速上升，最后以最大加速度减速上升所用时间最短。在加速阶段，所需时间 $t_1=\frac{v}{a}=8\,\mathrm{s}$，通过的位移为 $x_1=\frac{v^2}{2a}=32\,\mathrm{m}$。在减速阶段与加速阶段相同，在匀速阶段所需时间为 $t_2=\frac{x-2x_1}{v}=5\,\mathrm{s}$。总时间为 $t=2t_1+t_2=21\,\mathrm{s}$。故选 C。

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，以下判断正确的是 (C)



A. A、B、C 三点的电势关系为 $\varphi_B>\varphi_A>\varphi_C$

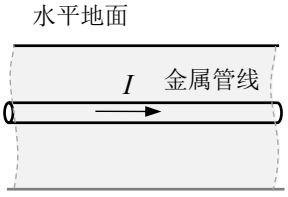
B. A、B、C 三点的场强大小关系为 $E_C>E_B>E_A$

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

粒子电性未知，则不能判断电场的方向：若电场方向从 B 指向 A，则 $\varphi_B>\varphi_A>\varphi_C$；若电场方向从 A 指向 B，则 $\varphi_B<\varphi_A<\varphi_C$，故 A 错误；在 $v-t$ 图像中，图线的斜率表示加速度，由图知 $k_B>k_A>k_C$，故 $E_B>E_A>E_C$，故 B 错误；粒子从 A 到 B 过程，电场力做负功，动能减少，电势能增加；从 B 到 C 过程，电场力做正功，动能增加，电势能减少，故 C 正确 D 错误。

12. 在城市建设施工中，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感应强度最强的某点，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 (A)



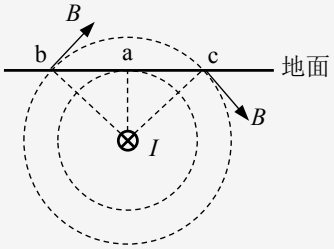
A. 平行于 EF，深度为 $\frac{L}{2}$

B. 平行于 EF，深度为 L

C. 垂直于 EF，深度为 $\frac{L}{2}$

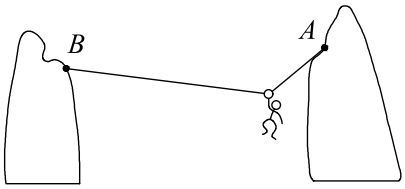
D. 垂直于 EF，深度为 L

用测量仪在金属管线附近的水平地面上找到磁感应强度最强的某点，记为 a，说明 a 点离电流最近；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，故说明这些点均离电流最近，电流应该是平行 EF；画出左侧视图，如图所示：



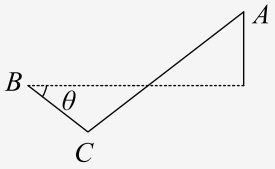
b、c 间距为 L，且磁场方向与地面夹角为 45°，故深度为 $\frac{L}{2}$。故选 A。

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 16 m，竖直距离为 2 m，A、B 间绳长为 20 m。质量为 10 kg 的猴子抓住套在绳子上的滑环从 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）(B)



A. -1.2×10^3 J　　B. -7.5×10^2 J　　C. -6.0×10^2 J　　D. -2.0×10^2 J

画出示意图，如图所示。设 AC 长为 l_1，BC 长为 l_2，假设 C 为最低点，此时细绳与水平方向的夹角为 θ，则 $h_{AC}=l_1\sin\theta$，$h_{BC}=l_2\sin\theta$，$l_1+l_2=20\,\text{m}$，$h_{AC}-h_{BC}=2\,\text{m}$，$(l_1+l_2)\cos\theta=16\,\text{m}$，得 $\cos\theta=\frac{4}{5}$，$\sin\theta=\frac{3}{5}$，$l_1=\frac{35}{3}\,\text{m}$，$l_2=\frac{25}{3}\,\text{m}$，故 $h_{AC}=l_1\sin\theta=7\,\text{m}$，由重力势能的定义知，猴子的最小重力势能为 $E_p=0-mgh_{AC}=-700\,\text{J}$，故 B 正确 ACD 错误。



14. 下列说法正确的是 (BD)

A. 组成原子核的核子越多，原子核越稳定

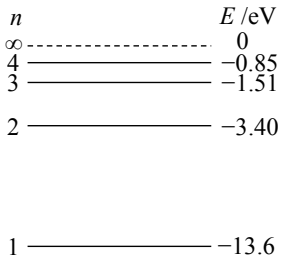
B. $^{238}_{92}\text{U}$ 衰变为 $^{222}_{86}\text{Rn}$ 经过 4 次 α 衰变，2 次 β 衰变

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

比结合能越大，原子核越稳定，比结合能大，组成原子核的核子数并不一定多，故 A 错误；由质量数守恒和电荷数守恒得 $238=222+4x$，$92=86+2x-y$，解得 $x=4$，$y=2$，故 B 正确；在 LC 振荡电路中，当电流最大时，电流的变化率为零，此时线圈两端电势差最小，故 C 错误；由不确定性原理 $\Delta x\cdot\Delta p\geq\frac{h}{4\pi}$ 可知，狭缝变窄，电子动量的不确定量变大，故 D 正确。

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 $4.0\times10^{-7}\,\mathrm{m}\sim7.6\times10^{-7}\,\mathrm{m}$，普朗克常量 $h=6.6\times10^{-34}\,\mathrm{J\cdot s}$，真空中的光速 $c=3.0\times10^{8}\,\mathrm{m/s}$）(BC)



A. 氢原子从高能级跃迁到基态时，会辐射 γ 射线

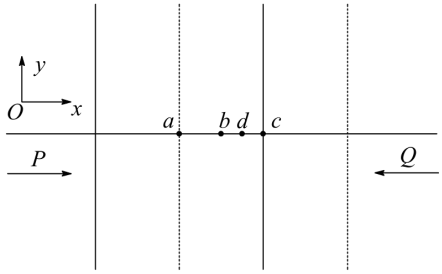
B. 氢原子处在 $n=4$ 能级，会辐射可见光

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 $1.89\,\mathrm{eV}$

氢原子从高能级跃迁到基态时，由 $\Delta E=h\frac{c}{\lambda}$ 可得，辐射光的波长最短为 $\lambda=\frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{13.6\times1.6\times10^{-19}}\,\mathrm{m}\approx9.1\times10^{-8}\,\mathrm{m}$，它的波长比 γ 射线长，故不可能辐射 γ 射线，故 A 错误；同理可得，氢原子从 $n=4$ 能级向低能级跃迁时，辐射的光的波长最短为 $\lambda_{\min}=\frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{12.75\times1.6\times10^{-19}}\,\mathrm{m}\approx9.7\times10^{-8}\,\mathrm{m}$，最长为 $\lambda_{\max}=\frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{0.66\times1.6\times10^{-19}}\,\mathrm{m}=1.875\times10^{-6}\,\mathrm{m}$，可见光的波长在这范围之内，所以会辐射可见光，故 B 正确；氢原子从高能级向 $n=3$ 能级跃迁时，辐射的光的波长最短为 $\lambda_{\min}=\frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{1.51\times1.6\times10^{-19}}\,\mathrm{m}\approx8.2\times10^{-7}\,\mathrm{m}$，它在红外线区域，所以辐射的光有显著的热效应，故 C 正确；光的波长越长、光相对同一种介质的折射率越小，波速越大，据此可知氢原子从高能级向 $n=2$ 能级跃迁时，辐射的光在同一种介质中传播速度最大的光子能量为 $(3.4-1.51)\,\mathrm{eV}=1.89\,\mathrm{eV}$，故 D 错误。

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 (CD)



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

> a 处是两列波的波峰与波谷叠加的位置，质点 a 振动减弱，振幅始终为零，故 A 错误；b 处是两列波的振动加强点，质点 b 在不停地振动，最大振幅为 $2A$，故 B 错误；c 处是两列波的波峰与波谷叠加的位置，质点 c 振动减弱，振幅始终为零，因此图示时刻质点 c 的位移为 0，故 C 正确；图示时刻，横波 P 传播到 d 处时，质点 d 沿 y 轴负方向运动，横波 Q 传播到 d 处时，质点 d 沿 y 轴负方向运动，两列波叠加后，质点 d 沿 y 轴负方向运动，故 D 正确。

17. (1) 用图 1 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 C（填字母）；

（A）秒表　　（B）天平　　（C）刻度尺　　（D）弹簧测力计

(2) 用图 2 所示装置做“验证机械能守恒定律”实验时，释放重物前有以下操作，其中正确的是 AC（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 3 是小球做平抛运动的频闪照片，其上覆盖了一张透明的方格纸。已知方格纸每小格的边长均为 0.80 cm。由图可知小球的初速度大小为 0.70 m/s（结果保留两位有效数字）。

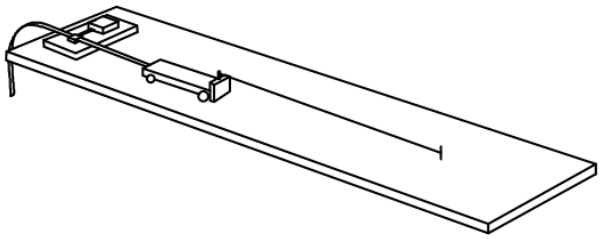


图 1

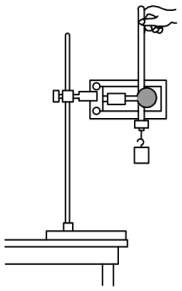


图 2

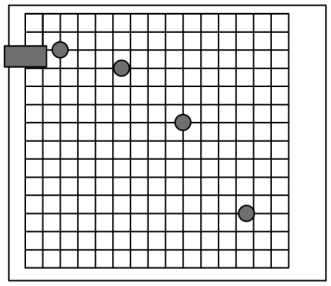


图 3

(1) C (2) AC (3) 0.70（0.66~0.74）

（1）实验中必须要用刻度尺测量纸带上计数点的间距，故 C 正确。

（2）要使实验误差尽可能小，释放重物前要将打点计时器的两个限位孔调节到同一竖直线上，以尽可能减少摩擦；手要提到纸带的最上端，使纸带竖直，重物要靠近打点计时器释放，尽可能完全利用到纸带，故 AC 正确。

（3）小球在水平方向做匀速直线运动，有 $x = v_0 T$；在竖直方向做自由落体运动，有 $\Delta h = gT^2$，得 $v_0 = x\sqrt{\frac{g}{\Delta h}}$，其中 $x = 0.028\,\mathrm{m}$，$\Delta h = 0.016\,\mathrm{m}$，解得 $v_0 = 0.70\,\mathrm{m/s}$。

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 EDBCA（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指到欧姆零点

（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

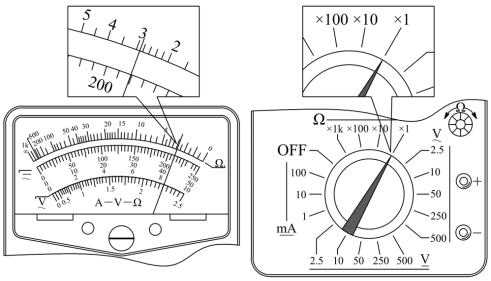
（E）把红、黑表笔分别插入多用电表“+”、“−”插孔，用螺丝刀调节指针定位螺丝，使指针指 0

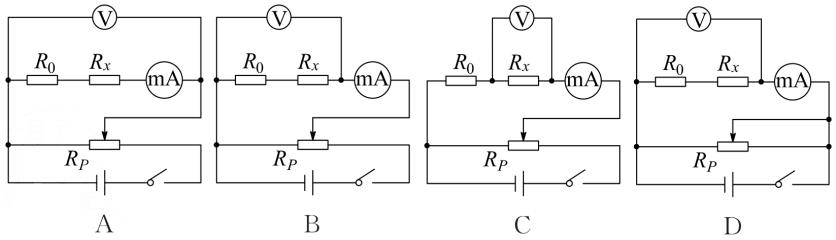
(2) 小明正确操作后，多用电表的指针位置如图所示，则 $R_x = 2.9\,\Omega$。

(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 3 V，内阻可忽略），电压表（量程 3 V，内阻约为 3 kΩ），多用电表（2.5 mA 挡、25 mA 挡和 250 mA 挡，对应的内电阻约为 40 Ω，4 Ω 和 0.4 Ω），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 B（填字母），多用电表选择开关应置于 250 mA 挡。





(1) EDBCA　(2) 2.9（2.8～3.0）　(3) B，250 mA

（1）多用电表使用前，要进行机械调零；每次换挡后，都要表笔短接进行欧姆调零；测量完毕，将选择开关置于交流电压最高挡。

（2）根据多用电表的读数规则可得，读数为 2.9 Ω。

（3）铅笔芯的电阻较小，因此电流表采用外接法测量误差较小，故 A 错误；实验中，为防止电流表被烧毁，用定值电阻 R_0 作为保护电阻，且为了使电压表读数误差小，电压表要跨接在定值电阻与铅笔芯电阻的两端，如选项 B 所示；若连接成选项 D 所示电路，则电源可能会出现短接情况，损毁电源；$I = \frac{U}{R_0+R_x} \approx 230\,\text{mA}$，所以选择开关置于 250 mA 挡。

19. 可爱的企鹅喜欢在冰面上游玩，如图所示，有一企鹅在倾角为 37° 的斜面上，先以加速度 $a = 0.5\,\text{m/s}^2$ 从冰面底部由静止开始沿直线向上“奔跑”，$t = 8\,\text{s}$ 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）。若企鹅肚皮与冰面间的动摩擦因数 $\mu = 0.25$，已知 $\sin 37° = 0.6$，$\cos 37° = 0.8$。求：

(1) 企鹅向上“奔跑”的位移大小；

(2) 企鹅在冰面上滑动的加速度大小；

(3) 企鹅退滑到出发点的速度大小。（计算结果可用根式表示）



(1) $x = 16\,\mathrm{m}$ (2) $a_1 = 8\,\mathrm{m/s^2}$，$a_2 = 4\,\mathrm{m/s^2}$ (3) $v = 2\sqrt{34}\,\mathrm{m/s} \approx 11.7\,\mathrm{m/s}$

（1）在企鹅“奔跑”过程中，由运动学公式得 $x = \frac{1}{2}at^2$，解得 $x = 16\,\mathrm{m}$。

（2）在企鹅上滑过程中，由牛顿第二定律得 $a_1 = g\sin\theta + \mu g\cos\theta$，解得 $a_1 = 8\,\mathrm{m/s^2}$；在企鹅下滑过程中，由牛顿第二定律得 $a_2 = g\sin\theta - \mu g\cos\theta$，解得 $a_2 = 4\,\mathrm{m/s^2}$。

（3）由运动学公式得，企鹅上滑位移为 $x_1 = \frac{(at)^2}{2a_1} = 1\,\mathrm{m}$，退滑到出发点的速度满足 $v^2 = 2a_2(x + x_1)$，联立解得 $v = 2\sqrt{34}\,\mathrm{m/s} \approx 11.7\,\mathrm{m/s}$。

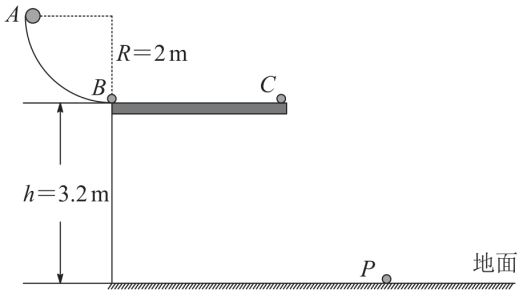
20. 如图所示，一轨道由半径为 2 m 的四分之一竖直圆弧轨道 AB 和长度可以调节的水平直轨道 BC 在 B 点平滑连接而成。现有一质量为 0.2 kg 的小球从 A 点无初速度释放，经过圆弧上的 B 点时，传感器测得轨道所受压力大小为 3.6 N，小球经过 BC 段所受阻力为其重力的 0.2 倍，然后从 C 点水平飞离轨道，落到水平面上的 P 点，P、C 两点间的高度差为 3.2 m。小球运动过程中可以视为质点，且不计空气阻力。

(1) 求小球运动至 B 点的速度大小；

(2) 求小球在圆弧轨道上克服摩擦力所做的功；

(3) 为使小球落点 P 与 B 点的水平距离最大，求 BC 段的长度；

(4) 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。



(1) $v_B = 4\,\mathrm{m/s}$ (2) $W_f = 2.4\,\mathrm{J}$ (3) $L_{BC} = 3.36\,\mathrm{m}$ (4) $t = 2.4\,\mathrm{s}$

（1）小球运动至 B 点，由牛顿第二定律得 $F_N - mg = \frac{mv_B^2}{R}$，解得 $v_B = 4\,\mathrm{m/s}$。

（2）小球由 A 至 B 的过程，由动能定理得 $mgR - W_f = \frac{1}{2}mv_B^2$，解得 $W_f = 2.4\,\mathrm{J}$。

（3）小球由 B 至 C 的过程，由动能定理得 $-kmgL_{BC}=\frac{1}{2}mv_C^2-\frac{1}{2}mv_B^2$，故 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 $v_C=1.6\,\mathrm{m/s}$ 时 P 至 B 的水平距离最大，解得 $L_{BC}=3.36\,\mathrm{m}$。

（4）小球从 C 至 P 运动的时间，由运动学公式得 $t_0=\sqrt{\frac{2h}{g}}=0.8\,\mathrm{s}$；与地面碰撞后，小球的机械能损失 75%，即动能损失 75%，即水平与竖直方向的动能均损失 75%，故竖直方向的速度为碰撞前的一半，因此从 P 点弹起到小球第 1 次落地的时间为 $t_1=\frac{1}{2}\times 2t_0=0.8\,\mathrm{s}$，从 P 点弹起到小球第 2 次落地的时间为 $t_2=\frac{1}{2}\times t_1$，……，从 P 点弹起后，小球第 n 次落地时间为 $t_n=\left(\frac{1}{2}\right)^{n-1}\times t_1$，故小球最后静止时经历的时间为 $t=t_0+t_1+t_2+\cdots+t_n=2.4\,\mathrm{s}$。

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 1 中 a 和 b 所示。已知细丝 I 的直径为 0.605 mm，现用螺旋测微器测量细丝 II 的直径，如图 2 所示，细丝 II 的直径为 0.998 mm。图 1 中的 a（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 3 所示，白炽灯发出的光经过滤光片成为波长为 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 $\Delta x=\frac{D}{2h}\lambda$。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 不能（填“能”或“不能”）观察到干涉条纹。

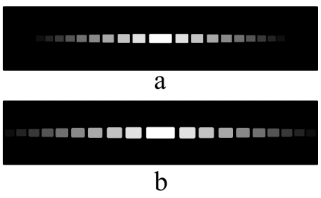


图 1

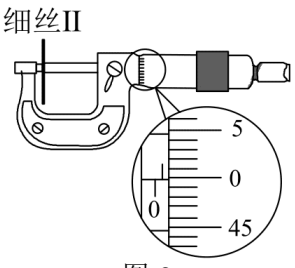


图 2

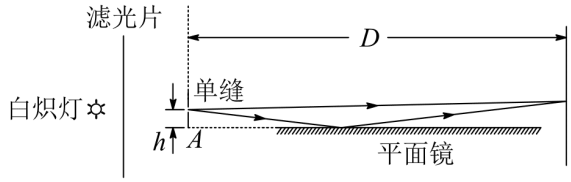


图 3

(1) 0.998（0.996~1.000），a　(2) $\frac{D}{2h}\lambda$，不能

（1）细丝 II 的直径测量值为 $0.5\,\mathrm{mm}+49.8\times 0.01\,\mathrm{mm}=0.998\,\mathrm{mm}$。在单缝衍射实验中，缝隙越小，衍射条纹越宽；由题意可知，细丝与单缝有相似的衍射图样，因此有“细丝越细，衍射条纹越宽”的特点，故 a 是细丝 II 的衍射图样。

（2）此实验类似于双缝干涉，只是此时“双缝”之间的距离 $d=2h$，由双缝干涉条纹间距公式 $\Delta x=\frac{l}{d}\lambda$ 可得 $\Delta x=\frac{D}{2h}\lambda$。若撤去平面镜，在单缝下方再放置另一单缝，虽然有两个点光源（两个双缝类似于点光源），但由于缺少单缝不能形成稳定的相干光，故无法观察到干涉条纹。

22. 压力波测量仪可将待测压力波转换为电压信号，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中右侧所示，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。

(1) 指出 D_1、D_2 两点哪点电势高；

(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 $p(t)$，霍尔片中通以相同电流，测得霍尔电压 U_H 随时间 t 变化图像如图 3 所示。忽略霍尔片在磁场中运动产生的电动势和阻尼，求压力波的振幅和频率。（结果用 U_0、U_1、t_0、α 及 β 表示）

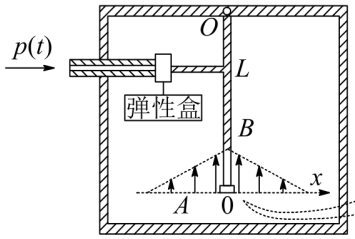


图1

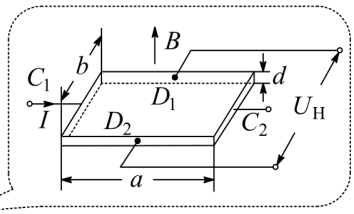


图2

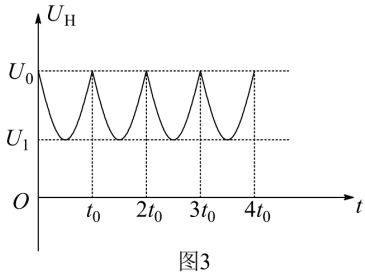


图3

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

（1）电流中的电子由于受到洛伦兹力的作用，向 D_2 侧板运动，故 D_1 点电势高。

（2）当电子不再发生偏转时，电子受到的电场力与洛伦兹力平衡，由平衡条件得

$evB_0 = eE_H$，由电势差定义知 $U_0 = E_H b = \frac{1}{ne} \cdot \frac{IB_0}{d}$。

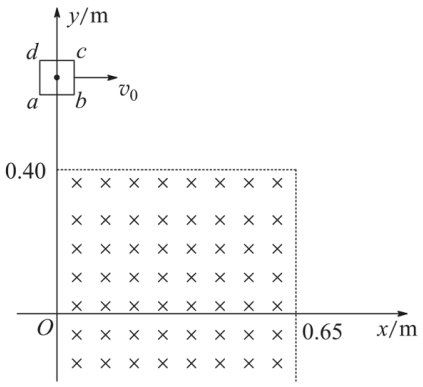
（3）分析 $U_H - t$ 图像，霍尔电压与振幅有关。由（2）知 $U_0 = \frac{1}{ne} \cdot \frac{IB_0}{d}$，则 $U = \frac{1}{ne} \cdot \frac{IB}{d}$，化简得 $\frac{U}{U_0} = \frac{B}{B_0} = 1 - \beta|x| = 1 - \alpha\beta|p|$，即霍尔电压 $U_H(t) = U_0(1 - \alpha\beta|p|)$，解得 $|p| = \frac{1}{\alpha\beta}\left(1 - \frac{U}{U_0}\right)$。当 $U = U_1$ 时，振幅最大，因此压力波的振幅为 $A = \frac{1}{\alpha\beta}\left(1 - \frac{U_1}{U_0}\right)$。由表达式与图像可知周期为 $2t_0$，因此压力波的频率为 $f = \frac{1}{2t_0}$。

23. 如图所示，在竖直平面内建立 xOy 坐标系，在 $0 \le x \le 0.65\,\mathrm{m}$、$y \le 0.40\,\mathrm{m}$ 范围内存在一具有理想边界，方向垂直纸面向内的匀强磁场区域。一边长 $l = 0.10\,\mathrm{m}$、质量 $m = 0.02\,\mathrm{kg}$、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 m）。现将线框以初速度 $v_0 = 2.0\,\mathrm{m/s}$ 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 两端的电势差 U_{cb} 与线框中心位置的 x 坐标的函数关系。



(1) $B = 2\,\mathrm{T}$　(2) $Q = 0.0375\,\mathrm{J}$　(3) 进入磁场前 $x \le 0.4\,\mathrm{m}$，$U_{cb} = 0$；进入磁场过程 $0.4\,\mathrm{m} < x \le 0.5\,\mathrm{m}$，$U_{cb} = (4x - 1.7)\,\mathrm{V}$；在磁场中 $0.5\,\mathrm{m} < x \le 0.6\,\mathrm{m}$，$U_{cb} = 0.4\,\mathrm{V}$；出磁场过程 $0.6\,\mathrm{m} < x \le 0.7\,\mathrm{m}$，$U_{cb} = \frac{1-x}{4}\,\mathrm{V}$；线框出磁场后 $x > 0.7\,\mathrm{m}$，$U_{cb} = 0$

（1）由几何关系知，线框到达磁场时的竖直位移为 $y = (0.65 - 0.4 - 0.05)\,\mathrm{m} = 0.2\,\mathrm{m}$，由运动学公式得，线框竖直方向的速度为 $v_y^2 = 2gy$，联立解得 $v_y = 2\,\mathrm{m/s}$。由法拉第电磁感应定律和欧姆定律知，线框中的感应电流为 $I = \frac{Blv_y}{R}$，线框受力平衡，由平衡条件得 $mg = BIl$，联立解得 $B = 2\,\mathrm{T}$。

（2）线框出磁场时，水平方向由动量定理得 $-Bl\Delta q = mv - mv_0$，又 $\Delta q = \frac{Bl^2}{R}$，对线框运动的全过程，由能量守恒得 $Q = mgl + \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv^2$，联立解得 $Q = 0.0375\,\mathrm{J}$。

（3）线框进入磁场前，即 $x \leq 0.4\,\mathrm{m}$，线框做平抛运动，且无磁场的存在，则 $U_{cb}=0$；线框进入磁场过程，即 $0.4\,\mathrm{m} < x \leq 0.5\,\mathrm{m}$，cb 段有效切割产生的电动势为 Bv_0v_yt；ab 段切割时，相当于电源，此时 cb 段分到的电压为 $I\frac{R}{4}$，则 $U_{cb}=Bv_0v_yt-I\frac{R}{4}=(4x-1.7)\,\mathrm{V}$；线框在磁场中，即 $0.5\,\mathrm{m} < x \leq 0.6\,\mathrm{m}$，cb 段切割产生的电动势为 $U_{cb}=Blv_0=0.4\,\mathrm{V}$；线框出磁场过程，即 $0.6\,\mathrm{m} < x \leq 0.7\,\mathrm{m}$，线框切割时水平方向的速度为 $v_x=v_0-\frac{Bl\Delta q'}{m}=5(1-x)\,\mathrm{m/s}$，由法拉第电磁感应定律与闭合电路的欧姆定律得 $U_{cb}=\frac{Bv_xl}{R}\times\frac{R}{4}=\frac{1-x}{4}\,\mathrm{V}$；线框出磁场后，即 $x > 0.7\,\mathrm{m}$，线框做抛体运动，且无磁场的存在，则 $U_{cb}=0$。