2023 年广东

1. 理论认为，大质量恒星塌缩成黑洞的过程，受核反应 ${}^{12}_{6}\mathrm{C}+\mathrm{Y}\longrightarrow{}^{16}_{8}\mathrm{O}$ 的影响。下列说法正确的是 (D)

A. Y 是 β 粒子，β 射线穿透能力比 γ 射线强

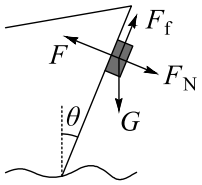
B. Y 是 β 粒子，β 射线电离能力比 γ 射线强

C. Y 是 α 粒子，α 射线穿透能力比 γ 射线强

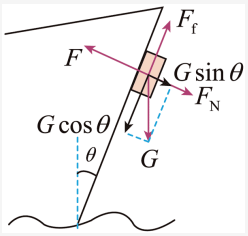
D. Y 是 α 粒子，α 射线电离能力比 γ 射线强

> 根据受核反应满足质量数和电荷数守恒可知，Y 是 α 粒子（${}^{4}_{2}\mathrm{He}$），三种射线的穿透能力，γ 射线最强，α 射线最弱；三种射线的电离能力，α 射线最强，γ 射线最弱。
>
> 故选 D。

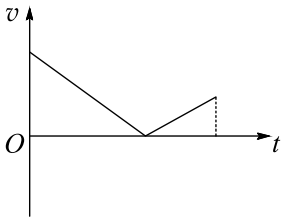
2. 如图所示，可视为质点的机器人通过磁铁吸附在船舷外壁面检测船体。壁面可视为斜面，与竖直方向夹角为 θ。船和机器人保持静止时，机器人仅受重力 G、支持力 F_N、摩擦力 F_f 和磁力 F 的作用，磁力垂直壁面。下列关系式正确的是 (C)



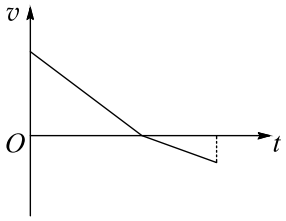
A. $F_f=G$　　B. $F=F_N$　　C. $F_f=G\cos\theta$　　D. $F=G\sin\theta$

> 如图所示，将重力垂直于斜面方向和沿斜面方向分解。
>
> 
>
>
> AC．沿斜面方向，由平衡条件得 $F_f=G\cos\theta$
>
> 故 A 错误，C 正确；
>
> BD．垂直斜面方向，由平衡条件得
>
> $F=G\sin\theta+F_N$
>
> 故 BD 错误。
>
> 故选 C。

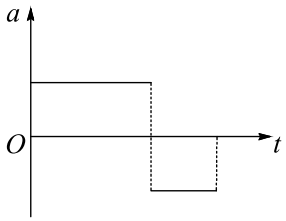
3. 铯原子喷泉钟是定标“秒”的装置。在喷泉钟的真空系统中，可视为质点的铯原子团在激光的推动下，获得一定的初速度。随后激光关闭，铯原子团仅在重力的作用下做竖直上抛运动，到达最高点后再做一段自由落体运动。取竖直向上为正方向。下列可能表示激光关闭后铯原子团速度 v 或加速度 a 随时间 t 变化的图像是 (D)



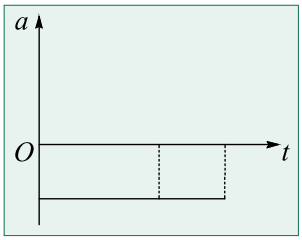
A.



B.



C.



D.

> AB．铯原子团仅在重力的作用，加速度 g 竖直向下，大小恒定，在 $v-t$ 图像中，斜率为加速度，故斜率不变，所以图像应该是一条倾斜的直线，故选项 AB 错误；
>
> CD．因为加速度恒定，且方向竖直向下，故为负值，故选项 C 错误，选项 D 正确。
>
> 故选 D。

4. 渔船常用回声探测器发射的声波探测水下鱼群与障碍物，声波在水中传播速度为 $1500\,\mathrm{m/s}$，若探测器发出频率为 $1.5\times10^{6}\,\mathrm{Hz}$ 的声波，下列说法正确的是 (B)

A. 两列声波相遇时一定会发生干涉

B. 声波由水中传播到空气中，波长会改变

C. 该声波遇到尺寸约为 $1\,\mathrm{m}$ 的被探测物时会发生明显衍射

D. 探测器接收到的回声频率与被探测物相对探测器运动的速度无关

> AD．根据多普勒效应可知，探测器接收到的回声频率与被探测物相对探测器运动的速度有关，而两列声波发生干涉的条件是频率相等，所以两列声波相遇时不一定发生干涉，故 AD 错误；
>
> B．声波由水中传播到空气中时，声波的波速发生变化，所以波长会发生改变，故 B 正确；
>
> C．根据波长的计算公式可得
>
> $\lambda=\frac{v}{f}=\frac{1500}{1.5\times10^{6}}\,\mathrm{m}=1\times10^{-3}\,\mathrm{m}$

> 当遇到尺寸约 1 m 的被探测物时不会发生明显衍射，故 C 错误；
>
> 故选 B。

5. 某小型医用回旋加速器，最大回旋半径为 0.5 m，磁感应强度大小为 1.12 T，质子加速后获得的最大动能为 1.5×10^7 eV。根据给出的数据，可计算质子经该回旋加速器加速后的最大速率约为（忽略相对论效应，$1\,\text{eV}=1.6\times10^{-19}$ J）(C)

A. 3.6×10^6 m/s　　B. 1.2×10^7 m/s　　C. 5.4×10^7 m/s　　D. 2.4×10^8 m/s

> 洛伦兹力提供向心力有 $qvB=m\frac{v^2}{R}$
>
> 质子加速后获得的最大动能为 $E_k=\frac{1}{2}mv^2$
>
> 解得最大速率约为 $v=5.4\times10^7$ m/s
>
> 故选 C。

6. 用一台理想变压器对电动汽车充电，该变压器原、副线圈的匝数比为 1 : 2，输出功率为 8.8 kW，原线圈的输入电压 $u=220\sqrt{2}\sin100\pi t$ V。关于副线圈输出电流的有效值和频率正确的是 (A)

A. 20 A，50 Hz　　B. $20\sqrt{2}$ A，50 Hz　　C. 20 A，100 Hz　　D. $20\sqrt{2}$ A，100 Hz

> 由题可知原线圈输入电压的有效值为
>
> $U_1=\frac{220\sqrt{2}}{\sqrt{2}}\,\text{V}=220\,\text{V}$
>
> 原线圈电流为
>
> $I_1=\frac{P}{U_1}=\frac{8.8\times10^3}{220}\,\text{A}=40\,\text{A}$
>
> 副线圈输出电流的有效值为
>
> $I_2=\frac{n_1}{n_2}I_1=20\,\text{A}$
>
> 变压器无法改变电流的频率，故
>
> $f=\frac{\omega}{2\pi}=\frac{100\pi}{2\pi}\,\text{Hz}=50\,\text{Hz}$
>
> 故选 A。

7. 如图 a 所示，太阳系外的一颗行星 P 绕恒星 Q 做匀速圆周运动。由于 P 的遮挡，探测器探测到 Q 的亮度随时间做如图 b 所示的周期性变化，该周期与 P 的公转周期相同。已知 Q 的质量为 M，引力常量为 G。关于 P 的公转，下列说法正确的是 (B)



图 a

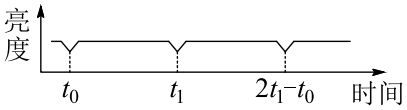


图 b

A. 周期为 $2t_1-t_0$

B. 半径为 $\sqrt[3]{\frac{GM(t_1-t_0)^2}{4\pi^2}}$

C. 角速度的大小为 $\frac{\pi}{t_1-t_0}$

D. 加速度的大小为 $\sqrt[3]{\frac{2\pi GM}{t_1-t_0}}$

A．由图（b）可知探测器探测到 Q 的亮度随时间变化的周期为 $T=t_1-t_0$，则 P 的公转周期为 t_1-t_0，故 A 错误；

B．P 绕恒星 Q 做匀速圆周运动，由万有引力提供向心力可得

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

解得半径为 $r=\sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}=\sqrt[3]{\frac{GM(t_1-t_0)^2}{4\pi^2}}$

故 B 正确；

C．P 的角速度为 $\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{t_1-t_0}$

故 C 错误；

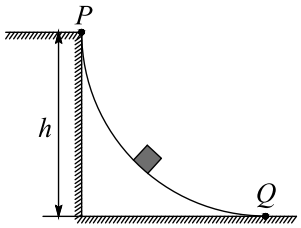
D．P 的加速度大小为

$a=\omega^2r=\left(\frac{2\pi}{t_1-t_0}\right)^2\cdot\sqrt[3]{\frac{GM(t_1-t_0)^2}{4\pi^2}}=\frac{2\pi}{t_1-t_0}\cdot\sqrt[3]{\frac{2\pi GM}{t_1-t_0}}$

故 D 错误。

故选 B。

8. 人们用滑道从高处向低处运送货物。如图所示，可看作质点的货物从 $\frac{1}{4}$ 圆弧滑道顶端 P 点静止释放，沿滑道运动到圆弧末端 Q 点时速度大小为 6 m/s。已知货物质量为 20 kg，滑道高度 h 为 4 m，且过 Q 点的切线水平，重力加速度取 10 m/s^2。关于货物从 P 点运动到 Q 点的过程，下列说法正确的有（BCD）



A. 重力做的功为 360 J

B. 克服阻力做的功为 440 J

C. 经过 Q 点时向心加速度大小为 9 m/s^2

D. 经过 Q 点时对轨道的压力大小为 380 N

A．重力做的功为 $W_G=mgh=800\,\mathrm{J}$。A 错误；

B．下滑过程据动能定理可得 $W_G-W_f=\frac{1}{2}mv_Q^2$，代入数据解得，克服阻力做的功为

$W_f = 440\,\mathrm{J}$。B 正确；

C．经过 Q 点时向心加速度大小为 $a = \frac{v_Q^2}{h} = 9\,\mathrm{m/s^2}$。C 正确；

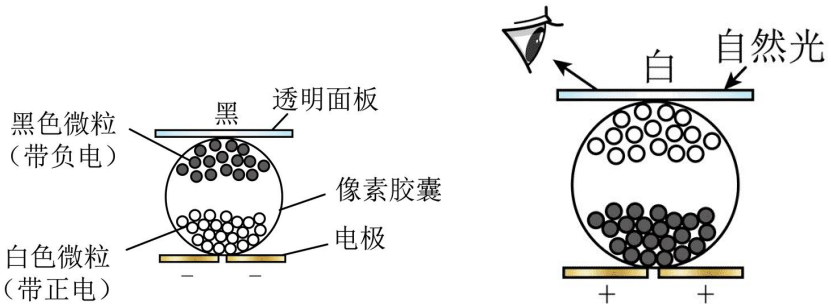
D．经过 Q 点时，据牛顿第二定律可得 $F - mg = ma$

解得货物受到的支持力大小为 $F = 380\,\mathrm{N}$

据牛顿第三定律可知，货物对轨道的压力大小为 380 N，D 正确。

故选 BCD。

9. 电子墨水是一种无光源显示技术，它利用电场调控带电颜料微粒的分布，使之在自然光的照射下呈现出不同颜色。透明面板下有一层胶囊，其中每个胶囊都是一个像素。如图所示，胶囊中有带正电的白色微粒和带负电的黑色微粒。当胶囊下方的电极极性由负变正时，微粒在胶囊内迁移（每个微粒电量保持不变），像素由黑色变成白色。下列说法正确的有（AC）



A. 像素呈黑色时，黑色微粒所在区域的电势高于白色微粒所在区域的电势

B. 像素呈白色时，黑色微粒所在区域的电势低于白色微粒所在区域的电势

C. 像素由黑变白的过程中，电场力对白色微粒做正功

D. 像素由白变黑的过程中，电场力对黑色微粒做负功

A．像素呈黑色时，当胶囊下方的电极带负电，像素胶囊里电场线方向向下，所以黑色微粒所在的区域的电势高于白色微粒所在区域的电势，故 A 正确；

B．像素呈白色时，当胶囊下方的电极带正电，像素胶囊里电场线方向向上，所以黑色微粒所在的区域的电势高于白色微粒所在区域的电势，故 B 错误；

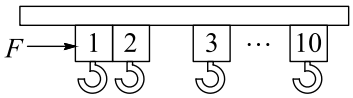
C．像素由黑变白的过程中，白色微粒受到的电场力向上，位移向上，电场力对白色微粒做正功，故 C 正确；

D．像素由白变黑的过程中，黑色微粒受到的电场力向下，位移向下，电场力对黑色微粒做正功，故 D 错误。

故选 AC。

10. 某同学受电动窗帘的启发，设计了如图所示的简化模型。多个质量均为 1 kg 的滑块可

在水平滑轨上滑动，忽略阻力。开窗帘过程中，电机对滑块 1 施加一个水平向右的恒力 F，推动滑块 1 以 $0.40\,\mathrm{m/s}$ 的速度与静止的滑块 2 碰撞，碰撞时间为 $0.04\,\mathrm{s}$，碰撞结束后瞬间两滑块的共同速度为 $0.22\,\mathrm{m/s}$。关于两滑块的碰撞过程，下列说法正确的有 (BD)



A. 该过程动量守恒

B. 滑块 1 受到合外力的冲量大小为 $0.18\,\mathrm{N\cdot s}$

C. 滑块 2 受到合外力的冲量大小为 $0.40\,\mathrm{N\cdot s}$

D. 滑块 2 受到滑块 1 的平均作用力大小为 $5.5\,\mathrm{N}$

A．取向右为正方向，滑块 1 和滑块 2 组成的系统的初动量为

$p_1 = mv_1 = 1 \times 0.40\,\mathrm{kg\cdot m/s} = 0.40\,\mathrm{kg\cdot m/s}$

碰撞后的动量为

$p_2 = 2mv_2 = 2 \times 1 \times 0.22\,\mathrm{kg\cdot m/s} = 0.44\,\mathrm{kg\cdot m/s}$

则滑块的碰撞过程动量不守恒，故 A 错误；

B．对滑块 1，取向右为正方向，则有

$I_1 = mv_2 - mv_1 = (1 \times 0.22 - 1 \times 0.40)\,\mathrm{kg\cdot m/s} = -0.18\,\mathrm{kg\cdot m/s}$

负号表示方向水平向左，故 B 正确；

C．对滑块 2，取向右为正方向，则有

$I_2 = mv_2 = 1 \times 0.22\,\mathrm{kg\cdot m/s} = 0.22\,\mathrm{kg\cdot m/s}$

故 C 错误；

D．对滑块 2 根据动量定理有 $F\Delta t = I_2$

解得 $F = 5.5\,\mathrm{N}$

则滑块 2 受到滑块 1 的平均作用力大小为 $5.5\,\mathrm{N}$，故 D 正确。

故选 BD。

11. 某同学用激光笔和透明长方体玻璃砖测量玻璃的折射率，实验过程如下：

(1) 将玻璃砖平放在水平桌面上的白纸上，用大头针在白纸上标记玻璃砖的边界。

(2) ① 激光笔发出的激光从玻璃砖上的 M 点水平入射，到达 ef 面上的 O 点后反射到 N 点射出，用大头针在白纸上标记 O 点、M 点和激光笔出光孔 Q 的位置；

② 移走玻璃砖，在白纸上描绘玻璃砖的边界和激光的光路，作 QM 连线的延长线与 ef 面的边界交于 P 点，如图 a 所示；

③ 用刻度尺测量 PM 和 OM 的长度 d_1 和 d_2，PM 的示数如图 b 所示，d_1 为 2.25 cm。测得 d_2 为 3.40 cm。

(3) 利用所测量的物理量，写出玻璃砖折射率的表达式 $n=\frac{d_2}{d_1}$；由测得的数据可得折射率 n 为 1.51（结果保留 3 位有效数字）。

(4) 相对误差的计算式为 $\delta=\frac{\text{测量值}-\text{真实值}}{\text{真实值}}\times 100\%$。为了减小 d_1、d_2 测量的相对误差，实验中激光在 M 点入射时应尽量使入射角稍小一些。

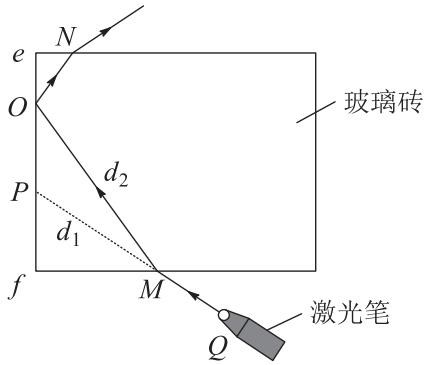


图 a

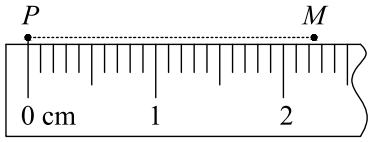


图 b

(1) —　(2) 2.25　(3) $\frac{d_2}{d_1}$，1.51　(4) 稍小一些

（2）③刻度尺的最小分度为 0.1 cm，由图可知，d_1 为 2.25 cm；

（3）玻璃砖折射率的表达式

$$n=\frac{\sin i}{\sin r}=\frac{\frac{fM}{MP}}{\frac{fM}{OM}}=\frac{OM}{PM}=\frac{d_2}{d_1}$$

代入数据可知 $n=\frac{3.40}{2.25}=1.51$

（4）为了减小 d_1、d_2 测量的相对误差，实验中 d_1、d_2 要尽量稍大一些，即激光在 M 点入射时应尽量使入射角稍小一些。

12. 某兴趣小组设计了测量盐水电导率的实验。所用器材有：电源 E（电动势恒定，内阻可忽略）；毫安表（量程 15 mA，内阻可忽略）；电阻 R_1（阻值 500 Ω）、R_2（阻值 500 Ω）、R_3（阻值 600 Ω）和 R_4（阻值 200 Ω）；开关 S_1 和 S_2；装有耐腐蚀电极板和温度计的有机玻璃样品池；导线若干。请完成下列实验操作和计算。

(1) 图 a 为实验原理图。在图 b 的实物图中，已正确连接了部分电路，只有 R_4 一端的导线还未连接，该导线应接到 R_3 的右（填“左”或“右”）端接线柱。

(2) ① 测量并记录样品池内壁的长宽高。在样品池中注满待测盐水。

② 闭合开关 S_1，断开开关 S_2，毫安表的示数为 10.0 mA，记录此时毫安表的示数；计算得到流过样品池的电流 I_1 为 40.0 mA。

③ 闭合开关 S_2，毫安表的示数为 15.0 mA，记录此时毫安表的示数；计算得到流过样品池的电流 I_2 为 60.0 mA。

④ 断开开关 S_1，测量并记录盐水的温度。

(3) 根据上述数据，计算得到样品池两电极板间待测盐水的电阻为 100 Ω，进而可求得该温度时待测盐水的电导率。

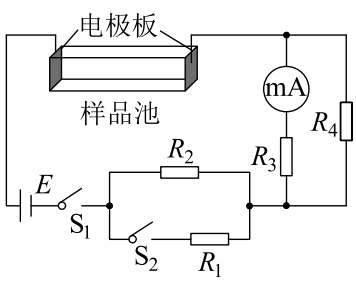


图 a

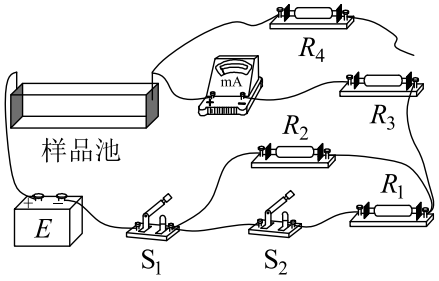


图 b

(1) 右 (2) ②断开，40.0；③闭合，60.0 (3) 100

（1）根据图（a）为电路可知，R_4 一端的导线应接到 R_3 的右端接线柱；

（2）②闭合开关 S_1，断开开关 S_2，毫安表的示数为 10.0 mA，则通过电阻 R_4 的电流为 $I_4 = \frac{I_3 R_3}{R_4}$

根据电路构造可知，流过样品池的电流为

$I_1 = I_3 + I_4 = 40.0\,\text{mA}$

③闭合开关 S_2，毫安表的示数为 15.0 mA，则流过 R_4 的电流为

$I_4' = \frac{I_3' R_3}{R_4}$

流过样品池的电流 I_2 为

$I_2 = I_3' + I_4' = 60.0\,\text{mA}$

（3）设待测盐水的电阻为 R_0，根据闭合电路欧姆定律，开关 S_2 断开时

$E = I_1 \left(R_0 + R_2 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \right)$

开关 S_2 闭合时

$E = I_2 \left(R_0 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} \right)$

代入数据解得 $R_0 = 100\,\Omega$

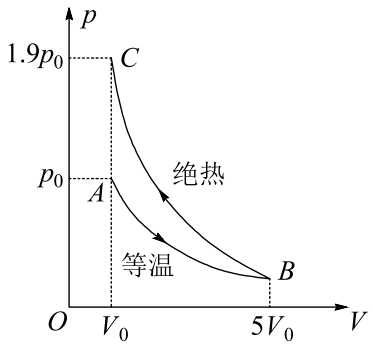
13. 在驻波声场作用下，水中小气泡周围液体的压强会发生周期性变化，使小气泡周期性膨胀和收缩，气泡内气体可视为质量不变的理想气体，其膨胀和收缩过程可简化为如图所示的 $p - V$ 图像，气泡内气体先从压强为 p_0、体积为 V_0、温度为 T_0 的状态 A 等温膨胀到体积为 $5V_0$、压强为 p_B 的状态 B，然后从状态 B 绝热收缩到体积为 V_0、压强为

$1.9p_0$、温度为 T_C 的状态 C，B 到 C 过程中外界对气体做功为 W。已知 p_0、V_0、T_0 和 W。求：

(1) p_B 的表达式；

(2) T_C 的表达式；

(3) B 到 C 过程，气泡内气体的内能变化了多少？



(1) $p_B = \frac{1}{5}p_0$ (2) $T_C = 1.9T_0$ (3) $\Delta U = W$

（1）由题可知，根据玻意耳定律可得 $p_A V_A = p_B V_B$

解得 $p_B = \frac{1}{5}p_0$

（2）根据理想气体状态方程可知 $\frac{p_B V_B}{T_B} = \frac{p_C V_C}{T_C}$

解得 $T_C = 1.9T_0$

（3）根据热力学第一定律可知 $\Delta U = W + Q$，其中 $Q = 0$，故气体内能增加 $\Delta U = W$。

14. 光滑绝缘的水平面上有垂直平面的匀强磁场，磁场被分成区域 I 和 II，宽度均为 h，其俯视图如图 a 所示，两磁场磁感应强度随时间 t 的变化如图 b 所示，$0 \sim \tau$ 时间内，两区域磁场恒定，方向相反，磁感应强度大小分别为 $2B_0$ 和 B_0，一电阻为 R、边长为 h 的刚性正方形金属框 abcd，平放在水平面上，ab、cd 边与磁场边界平行。$t = 0$ 时，线框 ab 边刚好跨过区域 I 的左边界以速度 v 向右运动。在 τ 时刻，ab 边运动到距区域 I 的左边界 $\frac{h}{2}$ 处，线框的速度近似为零，此时线框被固定，如图 a 中的虚线框所示。随后在 $\tau \sim 2\tau$ 时间内，I 区磁感应强度线性减小到 0，II 区磁场保持不变；$2\tau \sim 3\tau$ 时间内，II 区磁感应强度也线性减小到 0。求：

(1) $t = 0$ 时线框所受的安培力 F；

(2) $t = 1.2\tau$ 时穿过线框的磁通量 Φ；

(3) $2\tau \sim 3\tau$ 时间内，线框中产生的热量 Q。

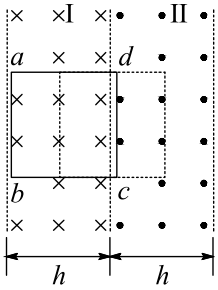


图 a

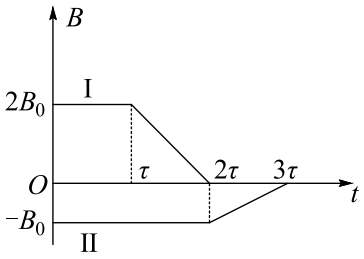


图 b

(1) $F=\frac{9B_0^2h^2v}{R}$，方向水平向左　(2) $\Phi=0.3B_0h^2$　(3) $Q=\frac{B_0^2h^4}{4\tau R}$

（1）由图可知 $t=0$ 时线框切割磁感线的感应电动势为

$E=2B_0hv+B_0hv=3B_0hv$

则感应电流大小为 $I=\frac{E}{R}=\frac{3B_0hv}{R}$

所受的安培力为 $F=2B_0\frac{3B_0hv}{R}h+B_0\frac{3B_0hv}{R}h=\frac{9B_0^2h^2v}{R}$

方向水平向左；

（2）在 τ 时刻，ab 边运动到距区域 I 的左边界 $\frac{h}{2}$ 处，线框的速度近似为零，此时线框被固定。由题图（b）可知，$t=1.2\tau$ 时 I 区磁感应强度为 $1.6B_0$，则穿过线框的磁通量为

$\Phi=1.6B_0h\cdot\frac{1}{2}h-B_0h\cdot\frac{1}{2}h=0.3B_0h^2$

方向垂直纸面向里；

（3）$2\tau\sim3\tau$ 时间内，II 区磁感应强度也线性减小到 0，则有

$E'=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{B_0\frac{1}{2}h^2}{\tau}=\frac{B_0h^2}{2\tau}$

感应电流大小为

$I'=\frac{E'}{R}=\frac{B_0h^2}{2\tau R}$

则 $2\tau\sim3\tau$ 时间内，线框中产生的热量为

$Q=I'^2Rt=\frac{B_0^2h^4}{4\tau R}$

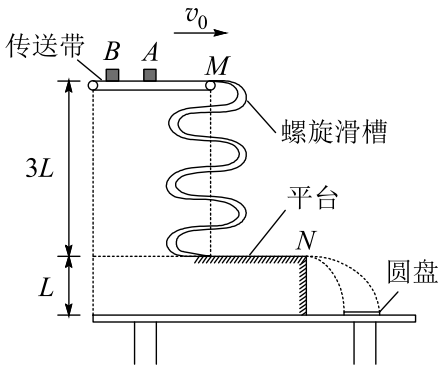
15. 如图为某药品自动传送系统的示意图。该系统由水平传送带、竖直螺旋滑槽和与滑槽平滑连接的平台组成，滑槽高为 $3L$，平台高为 L。药品盒 A、B 依次被轻放在以速度 v_0 匀速运动的传送带上，在与传送带达到共速后，从 M 点进入滑槽，A 刚好滑到平台最右端 N 点停下，随后滑下的 B 以 $2v_0$ 的速度与 A 发生正碰，碰撞时间极短，碰撞后 A、B 恰好落在桌面上圆盘内直径的两端。已知 A、B 的质量分别为 m 和 $2m$，碰撞过程中损失的能量为碰撞前瞬间总动能的 $\frac{1}{4}$。A 与传送带间的动摩擦因数为 μ，重力加速度为 g，AB 在滑至 N 点之前不发生碰撞，忽略空气阻力和圆盘的高度，将药品盒视为

质点。求：

(1) A 在传送带上由静止加速到与传送带共速所用的时间 t；

(2) B 从 M 点滑至 N 点的过程中克服阻力做的功 W；

(3) 圆盘的圆心到平台右端 N 点的水平距离 s。



(1) $t=\frac{v_0}{\mu g}$ (2) $W=6mgL-3mv_0^2$ (3) $s=\frac{3v_0}{2}\sqrt{\frac{2L}{g}}$

（1）A 在传送带上运动时的加速度 $a=\mu g$

由静止加速到与传送带共速所用的时间 $t=\frac{v_0}{a}=\frac{v_0}{\mu g}$

（2）B 从 M 点滑至 N 点的过程中克服阻力做的功

$W=\frac{1}{2}\cdot 2mv_0^2+2\,\mathrm{mg}\cdot 3L-\frac{1}{2}\cdot 2m(2v_0)^2=6mgL-3mv_0^2$

（3）AB 碰撞过程由动量守恒定律和能量关系可知

$2m\cdot 2v_0=mv_1+2mv_2$

$\frac{1}{2}\cdot 2m\cdot(2v_0)^2-\left(\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}\cdot 2mv_2^2\right)=\frac{1}{4}\left[\frac{1}{2}\cdot 2m\cdot(2v_0)^2\right]$

解得 $v_1=2v_0$，$v_2=v_0$（另一组 $v_1=\frac{2}{3}v_0$，$v_2=\frac{5}{3}v_0$ 舍掉）

两物体平抛运动的时间 $t_1=\sqrt{\frac{2L}{g}}$

则 $s-r=v_2t_1$，$s+r=v_1t_1$

解得 $s=\frac{3v_0}{2}\sqrt{\frac{2L}{g}}$