2007 年宁夏理综

1. 天文学家发现了某恒星有一颗行星在圆形轨道上绕其运动，并测出了行星的轨道半径和运行周期。由此可推算出（C）

A. 行星的质量　　B. 行星的半径　　C. 恒星的质量　　D. 恒星的半径

> 行星绕恒星做圆周运动的向心力由恒星对行星的万有引力提供。由于测出了行星运动的轨道半径 r 和周期 T，故有 $G\frac{Mm}{r^2}=m\frac{4\pi^2}{T^2}r$，由此式可知，在已知 r 和 T 的情况下，可以求得恒星的质量 M，故 C 正确。

2. 下列说法正确的是（B）

A. 行星的运动和地球上物体的运动遵循不同的规律

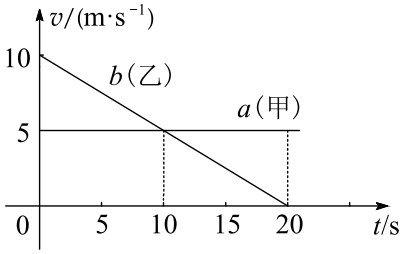
B. 物体在转弯时一定受到力的作用

C. 月球绕地球运动时受到地球的引力和向心力的作用

D. 物体沿光滑斜面下滑时受到重力、斜面的支持力和下滑力的作用

> 行星的运动和地球上物体的运动都是宏观运动，都遵循动力学规律，故 A 错误；物体转弯做圆周运动，必须有力提供向心力，故一定受到力的作用，故 B 正确；向心力和下滑力都是效果力，不是物体受到的力，故 C、D 错误。

3. 甲乙两辆汽车在平直的公路上沿同一方向作直线运动，$t=0$ 时刻同时经过公路旁的同一个路标。在描述两车运动的 $v-t$ 图中（如图），直线 a、b 分别描述了甲乙两车在 $0\sim20\,\mathrm{s}$ 的运动情况。关于两车之间的位置关系，下列说法正确的是（C）

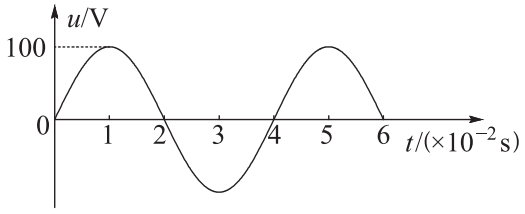


A. 在 $0\sim10\,\mathrm{s}$ 内两车逐渐靠近　　B. 在 $10\sim20\,\mathrm{s}$ 内两车逐渐远离

C. 在 $5\sim15\,\mathrm{s}$ 内两车的位移相等　　D. 在 $t=10\,\mathrm{s}$ 时两车在公路上相遇

> 由 $v-t$ 图象知，$0\sim10\,\mathrm{s}$ 内，$v_{乙}>v_{甲}$，两车逐渐远离；$10\sim20\,\mathrm{s}$ 内，$v_{乙}<v_{甲}$，两车逐渐靠近，故 A、B 均错。$v-t$ 图线与时间轴所围的面积表示位移，$5\sim15\,\mathrm{s}$ 内，两图线与 t 轴包围的面积相等，故两车的位移相等，C 对。在 $t=10\,\mathrm{s}$ 时，两车的位移不相等，说明两车不相遇，故 D 错。

4. 一正弦交流电的电压随时间变化的规律如图所示。由图可知（BD）



A. 该交流电的电压瞬时值的表达式为 $u=100\sin(25t)\,\mathrm{V}$

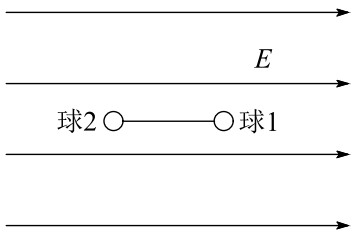
B. 该交流电的频率为 25 Hz

C. 该交流电的电压的有效值为 $100\sqrt{2}\,\mathrm{V}$

D. 若将该交流电压加在阻值 $R=100\,\Omega$ 的电阻两端，则电阻消耗的功率是 50 W

> 由图象可直接看出，该交流电的周期 $T=0.04\,\mathrm{s}$，故频率 $f=\frac{1}{T}=25\,\mathrm{Hz}$，故 B 正确；电压瞬时值表达式为 $u=U_m\sin\omega t$，又 $\omega=\frac{2\pi}{T}=50\pi\,\mathrm{rad/s}$，$U_m=100\,\mathrm{V}$，故瞬时值应为 $u=100\sin(50\pi t)\,\mathrm{V}$，故 A 错误；正弦交流电电压有效值 $U=\frac{U_m}{\sqrt{2}}=50\sqrt{2}\,\mathrm{V}$，故 C 错误；电阻消耗的功率按有效值计算，则 $P=\frac{U^2}{R}=50\,\mathrm{W}$，故 D 正确。

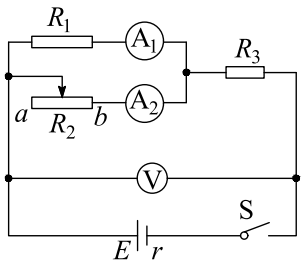
5. 两个质量相同的小球用不可伸长的细线连接，置于场强为 E 的匀强电场中，小球 1 和小球 2 均带正电，电量分别为 q_1 和 q_2（$q_1>q_2$）。将细线拉直并使之与电场方向平行，如图所示。若将两小球同时从静止状态释放，则释放后细线中的张力 T 为 (A)（不计重力及两小球间的库仑力）



A. $T=\frac{1}{2}(q_1-q_2)E$　B. $T=(q_1-q_2)E$　C. $T=\frac{1}{2}(q_1+q_2)E$　D. $T=(q_1+q_2)E$

> 由于 $q_1>q_2$，故小球 1 受电场力大于小球 2 受电场力，两球将一起向右做匀加速直线运动。对球 1 和球 2 组成的系统，只受电场力，由牛顿第二定律得 $a=\frac{q_1E+q_2E}{2m}$；对球 1，受绳的拉力 T 和电场力 q_1E，由牛顿第二定律得 $a=\frac{q_1E-T}{m}$；解得 $T=\frac{1}{2}(q_1-q_2)E$，故 A 正确。

6. 在如图所示的电路中，E 为电源电动势，r 为电源内阻，R_1 和 R_3 均为定值电阻，R_2 为滑动变阻器。当 R_2 的滑动触点在 a 端时合上开关 S，此时三个电表 A_1、A_2 和 V 的示数分别为 I_1、I_2 和 U。现将 R_2 的滑动触点向 b 端移动，则三个电表示数的变化情况是 (B)

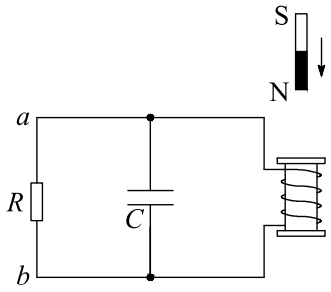


A. I_1 增大，I_2 不变，U 增大　　B. I_1 减小，I_2 增大，U 减小

C. I_1 增大，I_2 减小，U 增大　　D. I_1 减小，I_2 不变，U 减小

> R_2 滑动触点向 b 端滑动，R_2 减小，总电阻减小，总电流 I 增大，电源内电压 $U_{内}=Ir$ 增大，电压表示数 $U=E-U_{内}$，E 不变，故 U 减小；R_1、R_2 两端电压 $U_1=E-U_{内}-IR_3$，可知 U_1 减小，R_1 不变，故 I_1 减小；$I_2=I-I_1$，故 I_2 增大，故 B 正确。

7. 电阻 R、电容 C 与一线圈连成闭合回路，条形磁铁静止于线圈的正上方，N 极朝下，如图所示。现使磁铁开始自由下落，在 N 极接近线圈上端的过程中，流过 R 的电流方向和电容器极板的带电情况是（D）

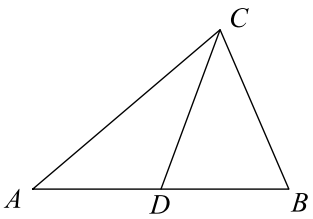


A. 从 a 到 b，上极板带正电　　B. 从 a 到 b，下极板带正电

C. 从 b 到 a，上极板带正电　　D. 从 b 到 a，下极板带正电

> 穿过线圈的磁场方向向下，磁铁接近时，线圈中磁通量增加，由楞次定律知，产生的感应电流的磁场方向向上，由安培定则可知流过 R 的电流方向是从 b 到 a，b 点电势高于 a 点，所以电容器下极板带正电，故 D 正确。

8. 匀强电场中的三点 A、B、C 是一个三角形的三个顶点，AB 的长度为 1 m，D 为 AB 的中点，如图所示。已知电场线的方向平行于 $\triangle ABC$ 所在平面，A、B、C 三点的电势分别为 14 V、6 V 和 2 V。设场强大小为 E，一电量为 1×10^{-6} C 的正电荷从 D 点移到 C 点电场力所做的功为 W，则（A）

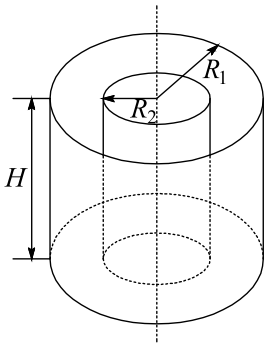


A. $W=8\times10^{-6}\,\mathrm{J}$，$E>8\,\mathrm{V/m}$　　B. $W=6\times10^{-6}\,\mathrm{J}$，$E>6\,\mathrm{V/m}$

C. $W=8\times10^{-6}\,\mathrm{J}$，$E\le8\,\mathrm{V/m}$　　D. $W=6\times10^{-6}\,\mathrm{J}$，$E\le6\,\mathrm{V/m}$

由题意知该电场为匀强电场，故 D 点的电势 $U_D=\frac{U_A+U_B}{2}=10\,\mathrm{V}$，所以 D、C 两点间的电势差 $U_{DC}=U_D-U_C=8\,\mathrm{V}$，$W=qU_{DC}=8\times10^{-6}\,\mathrm{J}$；AB 不是等势线，故电场线不与 AB 垂直，AB 间沿电场线方向的距离 $l<1\,\mathrm{m}$，$E=\frac{U_A-U_C}{l}>\frac{14-6}{1}\,\mathrm{V/m}=8\,\mathrm{V/m}$，故 A 正确。

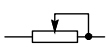
9. (1) 由绝缘介质隔开的两个同轴的金属圆筒构成圆柱形电容器，如图所示。试根据你学到的有关平行板电容器的知识，推测影响圆柱形电容器电容的因素有 H、R_1、R_2、ε（正对面积、板间距离、极板间的介质）。



(2) 利用伏安法测量干电池的电动势和内阻，现有的器材为：

- 干电池：电动势约为 1.5 V，符号如图 a；
- 电压表：量程 1 V，内阻 998.3 Ω，符号 V；
- 电流表：量程 1 A，符号 A；
- 滑动变阻器：最大阻值 10 Ω，符号如图 b；
- 电阻箱：最大阻值 99999.9 Ω，符号如图 c；
- 单刀单掷开关 1 个，符号如图 d；
- 导线若干。


图 a 干电池


图 b 滑动变阻器

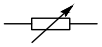
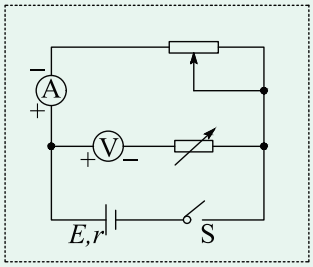

图 c 电阻箱

图 d  单刀单掷开关

① 设计测量电源电动势和内阻的电路并将它画在指定的方框内，要求在图中标出电压表、电流表的接线柱的正负。

② 为了满足本实验要求并保证实验的精确度，电压表量程应扩大为原量程的 2 倍，电阻箱的阻值应为 998.3 Ω。

(1) H、R_1、R_2、ε（正对面积、板间距离、极板间的介质）。 (2) ①电路图如图所示。



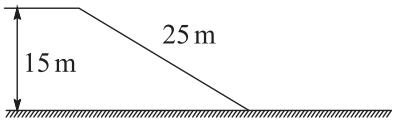
② 2；998.3 Ω。

（1）圆柱形电容器可视为正对面积为 $S=2\pi RH$、板间距离为 $d=R_2-R_1$ 的平行板电容器，由 $C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$ 可知，电容与 H、R_1、R_2、ε 有关。

（2）①电路连接见答案。

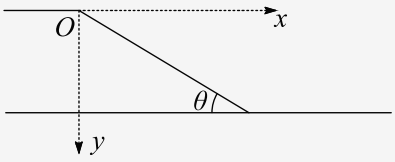
②因电源电动势约为 1.5 V，故电压表量程应扩大为原量程的 2 倍，即量程为 2 V 为宜。设电压表串联电阻为 R，则 $R=\frac{U'-U}{U/R_v}=\frac{2-1}{1/998.3}\,\Omega=998.3\,\Omega$。

10. 倾斜雪道的长为 25 m，顶端高为 15 m，下端经过一小段圆弧过渡后与很长的水平雪道相接，如图所示。一滑雪运动员在倾斜雪道的顶端以水平速度 $v_0=8\,\mathrm{m/s}$ 飞出，在落到倾斜雪道上时，运动员靠改变姿势进行缓冲使自己只保留沿斜面的分速度而不弹起。除缓冲外运动员可视为质点，过渡轨道光滑，其长度可忽略。设滑雪板与雪道的动摩擦因数 $\mu=0.2$，求运动员在水平雪道上滑行的距离。（取 $g=10\,\mathrm{m/s^2}$）



$s_2=74.8\,\mathrm{m}$

如图选坐标，斜面的方程为 $y=x\tan\theta=\frac{3}{4}x$（①）。



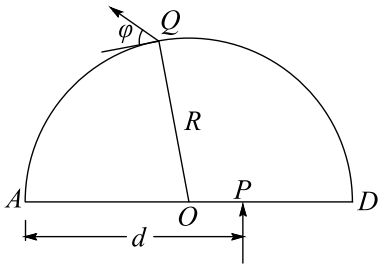
运动员飞出后做平抛运动 $x=v_0t$（②），$y=\frac{1}{2}gt^2$（③）。联立①②③式，得飞行时间 $t=1.2\,\mathrm{s}$，落点的 x 坐标 $x_1=v_0t=9.6\,\mathrm{m}$，落点离斜面顶端的距离 $s_1=\frac{x}{\cos\theta}=12\,\mathrm{m}$，落点距地面的高度 $h_1=(L-s_1)\sin\theta=7.8\,\mathrm{m}$。接触斜面前的 x 分速度 $v_x=8\,\mathrm{m/s}$，y 分速度 $v_y=gt=12\,\mathrm{m/s}$，沿斜面的速度大小为 $v_B=v_x\cos\theta+v_y\sin\theta=13.6\,\mathrm{m/s}$。设运动员在水平雪道上运动的距离为 s_2，由功能关系得 $mgh_1+\frac{1}{2}mv_B^2=\mu mg\cos\theta(L-$

$s_1) + \mu mgs_2$，解得 $s_2 = 74.8\,\mathrm{m}$。

11. 在半径为 R 的半圆形区域中有一匀强磁场，磁场的方向垂直于纸面，磁感应强度为 B。一质量为 m，带有电量 q 的粒子以一定的速度沿垂直于半圆直径 AD 方向经 P 点（$AP = d$）射入磁场（不计重力影响）。

(1) 如果粒子恰好从 A 点射出磁场，求入射粒子的速度。

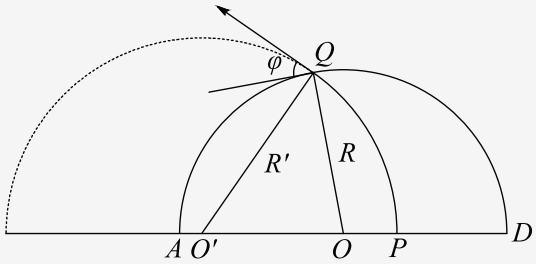
(2) 如果粒子经纸面内 Q 点从磁场中射出，出射方向与半圆在 Q 点切线方向的夹角为 φ（如图）。求入射粒子的速度。



(1) $v_1 = \frac{qBd}{2m}$ (2) $v = \frac{qBd(2R-d)}{2m[R(1+\cos\varphi)-d]}$

（1）由于粒子在 P 点垂直射入磁场，故圆弧轨道的圆心在 AP 上，AP 是直径。设入射粒子的速度为 v_1，由洛伦兹力的表达式和牛顿第二定律得 $m\frac{v_1^2}{d/2} = qv_1B$，解得 $v_1 = \frac{qBd}{2m}$。

（2）设 O' 是粒子在磁场中圆弧轨道的圆心，连接 $O'Q$，设 $O'Q = R'$。由几何关系得 $\angle OQO' = \varphi$，$OO' = R + R' - d$，由余弦定理得 $(OO')^2 = R^2 + R'^2 - 2RR'\cos\varphi$，解得 $R' = \frac{d(2R-d)}{2[R(1+\cos\varphi)-d]}$。设入射粒子的速度为 v，由 $m\frac{v^2}{R'} = qBv$，解出 $v = \frac{qBd(2R-d)}{2m[R(1+\cos\varphi)-d]}$。



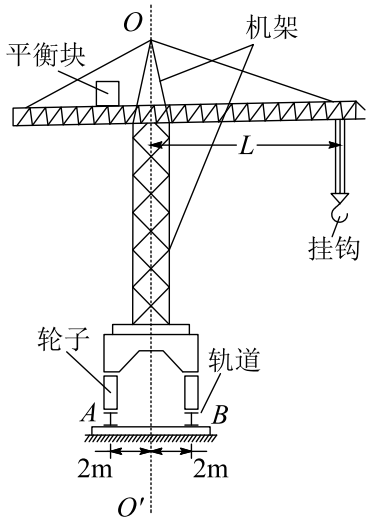
12. 物理选考题

(1)（A）【物理——选修 2—2】

塔式起重机的结构如图所示，设机架重 $P = 400\,\mathrm{kN}$，悬臂长度为 $L = 10\,\mathrm{m}$，平衡块重 $W = 200\,\mathrm{kN}$，平衡块与中心线 OO' 的距离可在 1 m 到 6 m 间变化，轨道 A、B 间的距离为 4 m。

（1）当平衡块离中心线 1 m，右侧轨道对轮子的作用力 f_B 是左侧轨道对轮子作用力 f_A 的 2 倍，问机架重心离中心线的距离是多少？

（2）当起重机挂钩在离中心线 OO' 10 m 处吊起重为 $G = 100\,\mathrm{kN}$ 的重物时，平衡块离 OO' 的距离为 6 m，问此时轨道 B 对轮子的作用力 F_B 是多少？

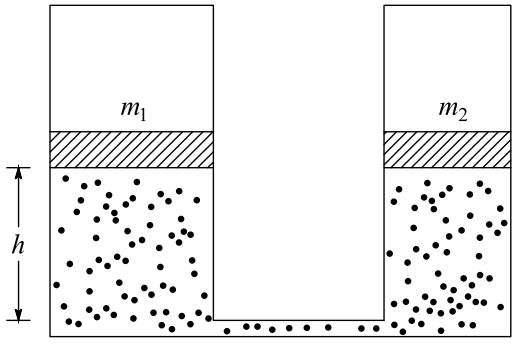


(2)（B）【物理——选修 3—3】

如图所示，两个可导热的气缸竖直放置，它们的底部都由一细管连通（忽略细管的容积）。两气缸各有一个活塞，质量分别为 m_1 和 m_2，活塞与气缸无摩擦。活塞的下方为理想气体，上方为真空。当气体处于平衡状态时，两活塞位于同一高度 h。（已知 $m_1 = 3m$，$m_2 = 2m$）

（1）在两活塞上同时各放一质量为 m 的物块，求气体再次达到平衡后两活塞的高度差（假定环境温度始终保持为 T_0）。

（2）在达到上一问的终态后，环境温度由 T_0 缓慢上升到 T，试问在这个过程中，气体对活塞做了多少功？气体是吸收还是放出了热量？（假定在气体状态变化过程中，两物块均不会碰到气缸顶部）。

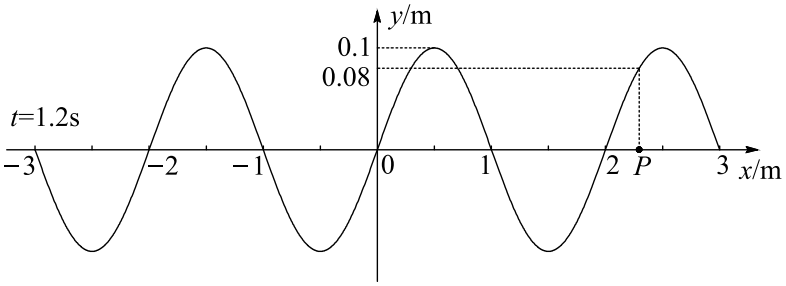


(3)（C）【物理——选修 3—4】

图为沿 x 轴向右传播的简谐横波在 $t = 1.2\,\mathrm{s}$ 时的波形，位于坐标原点处的观察者测到在 4 s 内有 10 个完整的波经过该点。

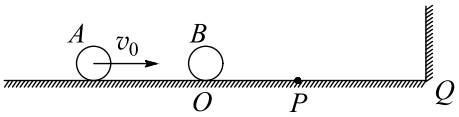
（1）求该波的波幅、频率、周期和波速。

（2）画出平衡位置在 x 轴上 P 点处的质点在 $0 \sim 0.6\,\mathrm{s}$ 内的振动图象。



(4)（D）【物理——选修 3—5】

在光滑的水平面上，质量为 m_1 的小球 A 以速率 v_0 向右运动。在小球的前方 O 点处有一质量为 m_2 的小球 B 处于静止状态，如图所示。小球 A 与小球 B 发生正碰后小球 A、B 均向右运动。小球 B 被在 Q 点处的墙壁弹回后与小球 A 在 P 点相遇，$PQ = 1.5PO$。假设小球间的碰撞及小球与墙壁之间的碰撞都是弹性的，求两小球质量之比 $\frac{m_1}{m_2}$。



(1) （1）$x = 1.5\,\mathrm{m}$；（2）$F_B = 450\,\mathrm{kN}$。 (2) （1）$x = \frac{5}{4}h$（即两活塞的高度差为 $\frac{5}{4}h$）；（2）$W = 5mgh\left(\frac{T}{T_0} - 1\right)$，在此过程中气体吸收热量。 (3) （1）$A = 0.1\,\mathrm{m}$，$f = 2.5\,\mathrm{Hz}$，$T = 0.4\,\mathrm{s}$，$v = 5\,\mathrm{m/s}$；（2）振动图象如图所示。 (4) $\frac{m_1}{m_2} = 2$

A、解：（1）空载时合力为零 $f_A + f_B = P + W = 600\,\mathrm{kN}$，已知 $f_B = 2f_A$，求得 $f_A = 200\,\mathrm{kN}$，$f_B = 400\,\mathrm{kN}$。设机架重心在中心线右侧，离中心线的距离为 x，以 A 为转轴，力矩平衡 $f_B \times 4 = W \times (2-1) + P \times (2+x)$，求得 $x = 1.5\,\mathrm{m}$。

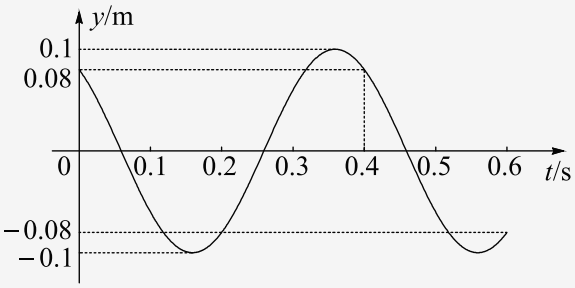
（2）以 A 为转轴，力矩平衡 $W \times (6-2) + F_B \times 4 = P \times (2+1.5) + G \times (10+2)$，求得 $F_B = 450\,\mathrm{kN}$。

B、解：（1）设左、右活塞的面积分别为 A' 和 A，由于气体处于平衡状态，故两活塞对气体的压强相等，即 $\frac{3mg}{A'} = \frac{2mg}{A}$，由此得 $A' = \frac{3}{2}A$。在两个活塞上各加一质量为 m 的物块后，右活塞降至气缸底部，所有气体都在左气缸中。在初态，气体的压强为 $\frac{2mg}{A}$，体积为 $\frac{5}{2}Ah$；在末态，气体压强为 $\frac{8mg}{3A}$，体积为 $\frac{3}{2}Ax$（x 为左活塞的高度）。由玻意耳定律得 $\frac{2mg}{A} \cdot \frac{5}{2}Ah = \frac{8mg}{3A} \cdot \frac{3}{2}Ax$，解得 $x = \frac{5}{4}h$，即两活塞的高度差为 $\frac{5}{4}h$。

（2）当温度由 T_0 上升至 T 时，气体的压强始终为 $\frac{8mg}{3A}$，设 x' 是温度达到 T 时左活塞的高度，由盖•吕萨克定律得 $x' = \frac{T}{T_0}x = \frac{5Th}{4T_0}$，气体对活塞做的功为 $W = Fs = 4mg \cdot \left(\frac{5Th}{4T_0} - \frac{5h}{4}\right) = 5mgh\left(\frac{T}{T_0} - 1\right)$，在此过程中气体吸收热量。

C、解：（1）$A = 0.1\,\mathrm{m}$，$f = \frac{n}{t} = 2.5\,\mathrm{Hz}$，$T = \frac{1}{f} = 0.4\,\mathrm{s}$，$v = \lambda f = 5\,\mathrm{m/s}$。

（2）振动图象如图所示。



D、解：从两小球碰撞后到它们再次相遇，小球 A 和 B 的速度大小保持不变，根据它们通过的路程，可知小球 B 和小球 A 在碰撞后的速度大小之比为 $4:1$。两球碰撞过程有 $m_1v_0 = m_1v_1 + m_2v_2$，$\frac{1}{2}m_1v_0^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$，解得 $\frac{m_1}{m_2} = 2$。