2010 年福建理综

1. 中国已投产运行的 1000 kV 特高压输电是目前世界上电压最高的输电工程。假设甲、乙两地原来用 500 kV 的超高压输电，输电线上损耗的电功率为 P。保持输送电功率和输电线电阻都不变的条件下，现改用 1000 kV 特高压输电，若不考虑其他因素的影响，则输电线上损耗的电功率将变为 (A)

A. $\frac{P}{4}$　　B. $\frac{P}{2}$　　C. $2P$　　D. $4P$

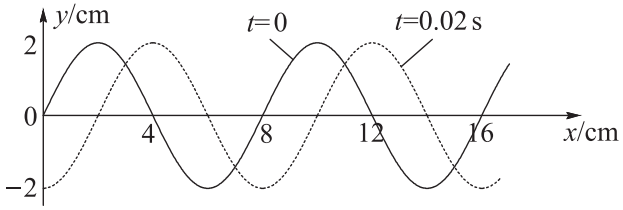
> 由 $P=UI$ 可知输出电压由 500 kV 升高到 1000 kV 时，电路中的电流将减为原来的一半；由 $P_{\text{损}}=I^2R$ 可知电路中损耗的功率变为原来的 $\frac{1}{4}$，选项 A 正确。

2. 火星探测项目是我国继神舟载人航天工程、嫦娥探月工程之后又一个重大太空探索项目。假设火星探测器在火星表面附近圆轨道运行的周期为 T_1，神舟飞船在地球表面附近的圆形轨道运行周期为 T_2，火星质量与地球质量之比为 p，火星半径与地球半径之比为 q，则 T_1 与 T_2 之比为 (D)

A. $\sqrt{pq^3}$　　B. $\sqrt{\frac{1}{pq^3}}$　　C. $\sqrt{\frac{p}{q^3}}$　　D. $\sqrt{\frac{q^3}{p}}$

> 设中心天体的质量为 M、半径为 R，当航天器在星球表面飞行时，由 $G\frac{Mm}{R^2}=m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2R$ 和 $M=\rho V=\rho\cdot\frac{4}{3}\pi R^3$ 解得 $\rho=\frac{3\pi}{GT^2}$，即 $T=\sqrt{\frac{3\pi}{\rho G}}\propto\sqrt{\frac{1}{\rho}}$；又因为 $\rho=\frac{M}{V}=\frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}\propto\frac{M}{R^3}$，所以 $T\propto\sqrt{\frac{R^3}{M}}$，$\frac{T_1}{T_2}=\sqrt{\frac{q^3}{p}}$。选项 D 正确。

3. 一列简谐横波在 $t=0$ 时刻的波形如图中的实线所示，$t=0.02\,\text{s}$ 时刻的波形如图中虚线所示。若该波的周期 T 大于 0.02 s，则该波的传播速度可能是 (B)



A. 2 m/s　　B. 3 m/s　　C. 4 m/s　　D. 5 m/s

> 解法一：质点振动法
>
> （1）设波向右传播，则在 0 时刻 $x=4\,\text{m}$ 处的质点往上振动，设经历 Δt 时间时质点运动到波峰的位置，则 $\Delta t=\left(\frac{1}{4}+n\right)T$，即 $T=\frac{4\Delta t}{4n+1}=\frac{0.08}{4n+1}$。当 $n=0$ 时，$T=0.08\,\text{s}>0.02\,\text{s}$，符合要求，此时 $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{0.08}{0.08}=1\,\text{m/s}$；当 $n=1$ 时，$T=0.016\,\text{s}<0.02\,\text{s}$，不符合要求。
>
> （2）设波向左传播，则在 0 时刻 $x=4\,\text{m}$ 处的质点往下振动，设经历 Δt 时间时质

点运动到波峰的位置，则 $\Delta t=\left(\frac{3}{4}+n\right)T$，即 $T=\frac{4\Delta t}{4n+3}=\frac{0.08}{4n+3}$。当 $n=0$ 时，$T=\frac{0.08}{3}\,\mathrm{s}>0.02\,\mathrm{s}$，符合要求，此时 $v=\frac{\lambda}{T}=\frac{0.08}{\frac{0.08}{3}}=3\,\mathrm{m/s}$；当 $n=1$ 时，$T=\frac{0.08}{7}\,\mathrm{s}<0.02\,\mathrm{s}$，不符合要求。

综上所述，只有选项 B 正确。

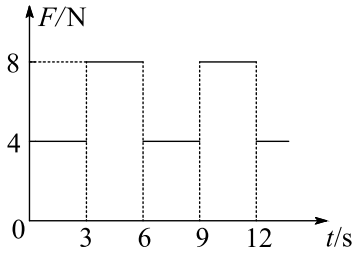
解法二：波的平移法

（1）设波向右传播，只有当波传播的距离为 $\Delta x=0.02+0.08n$ 时，实线才会和虚线重合，即 0 时刻的波形才会演变成 0.02 s 时的波形，$\Delta t=0.02\,\mathrm{s}$，所以 $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{0.02+0.08n}{0.02}=1+4n$，$T=\frac{\lambda}{v}=\frac{0.08}{4n+1}$。当 $n=0$ 时，$T=0.08\,\mathrm{s}>0.02\,\mathrm{s}$，符合要求，此时 $v=1+4n=1\,\mathrm{m/s}$；当 $n=1$ 时，$T=0.016\,\mathrm{s}<0.02\,\mathrm{s}$，不符合要求。

（2）设波向左传播，只有当波传播的距离为 $\Delta x=0.06+0.08n$ 时，实线才会和虚线重合，即 0 时刻的波形才会演变成 0.02 s 时的波形，$\Delta t=0.02\,\mathrm{s}$，所以 $v=\frac{\Delta x}{\Delta t}=\frac{0.06+0.08n}{0.02}=3+4n$，$T=\frac{\lambda}{v}=\frac{0.08}{4n+3}$。当 $n=0$ 时，$T=\frac{0.08}{3}\,\mathrm{s}>0.02\,\mathrm{s}$，符合要求，此时 $v=3+4n=3\,\mathrm{m/s}$；当 $n=1$ 时，$T=\frac{0.08}{7}\,\mathrm{s}<0.02\,\mathrm{s}$，不符合要求。

综上所述，只有选项 B 正确。

4. 质量为 2 kg 的物体静止在足够大的水平面上，物体与地面间的动摩擦因数为 0.2，最大静摩擦力与滑动摩擦力大小视为相等。从 $t=0$ 时刻开始，物体受到方向不变、大小呈周期性变化的水平拉力 F 的作用，F 随时间 t 的变化规律如图所示。重力加速度 g 取 $10\,\mathrm{m/s^2}$，则物体在 $t=0$ 到 $t=12\,\mathrm{s}$ 这段时间的位移大小为 (B)



A. 18 m　　B. 54 m　　C. 72 m　　D. 198 m

拉力只有大于最大静摩擦力时，物体才会由静止开始运动。

0-3s 时：$F=f_{\max}$，物体保持静止，$s_1=0$；

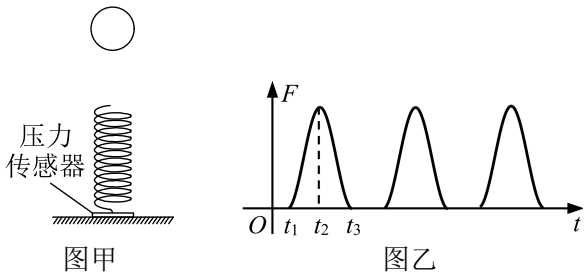
3-6s 时：$F>f_{\max}$，物体由静止开始做匀加速直线运动，$a=\frac{F-f}{m}=\frac{8-4}{2}\,\mathrm{m/s^2}=2\,\mathrm{m/s^2}$，$v=at=6\,\mathrm{m/s}$，$s_2=\frac{1}{2}at^2=\frac{1}{2}\times2\times3^2\,\mathrm{m}=9\,\mathrm{m}$；

6-9s 时：$F=f$，物体做匀速直线运动，$s_3=vt=6\times3=18\,\mathrm{m}$；

9-12s 时：$F>f$，物体以 6 m/s 为初速度，以 $2\,\mathrm{m/s^2}$ 为加速度继续做匀加速直线运动，$s_4=vt+\frac{1}{2}at^2=6\times3+\frac{1}{2}\times2\times3^2=27\,\mathrm{m}$；

> 所以 0-12s 内物体的位移为 $s = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 = 54\,\mathrm{m}$，选项 B 正确。

5. 如图 甲 所示，质量不计的弹簧竖直固定在水平面上，$t = 0$ 时刻，将一金属小球从弹簧正上方某一高度处由静止释放，小球落到弹簧上压缩弹簧到最低点，然后又被弹起离开弹簧，上升到一定高度后再下落，如此反复。通过安装在弹簧下端的压力传感器，测出这一过程弹簧弹力 F 随时间 t 变化的图像如图 乙 所示，则 (C)



图甲　　图乙

A. t_1 时刻小球动能最大

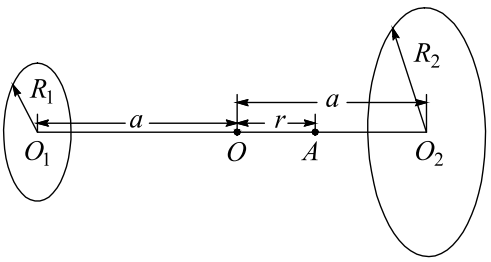
B. t_2 时刻小球动能最大

C. $t_2 - t_3$ 这段时间内，小球的动能先增加后减少

D. $t_2 - t_3$ 这段时间内，小球增加的动能等于弹簧减少的弹性势能

> 小球在接触弹簧之前做自由落体。碰到弹簧后先做加速度不断减小的加速运动，当加速度为 0 即重力等于弹簧弹力时速度达到最大值，而后往下做加速度不断增大的减速运动，与弹簧接触的整个下降过程，小球的动能和重力势能转化为弹簧的弹性势能。上升过程恰好与下降过程互逆。由乙图可知 t_1 时刻开始接触弹簧；t_2 时刻弹力最大，小球处在最低点，动能最小；t_3 时刻小球往上运动恰好要离开弹簧；$t_2 - t_3$ 这段时间内，小球先加速后减速，动能先增加后减少，弹簧的弹性势能转化为小球的动能和重力势能。

6. 物理学中有些问题的结论不一定必须通过计算才能验证，有时只需通过一定的分析就可以判断结论是否正确。如图所示为两个彼此平行且共轴的半径分别为 R_1 和 R_2 的圆环，两圆环上的电荷量均为 q（$q > 0$），而且电荷均匀分布。两圆环的圆心 O_1 和 O_2 相距为 $2a$，连线的中点为 O，轴线上的 A 点在 O 点右侧与 O 点相距为 r（$r < a$）。试分析判断下列关于 A 点处电场强度大小 E 的表达式（式中 k 为静电力常量）正确的是 (D)



A. $E = \left| \frac{kqR_1}{R_1^2+(a+r)^2} - \frac{kqR_2}{R_2^2+(a-r)^2} \right|$

B. $E = \left| \frac{kqR_1}{[R_1^2+(a+r)^2]^{3/2}} - \frac{kqR_2}{[R_2^2+(a-r)^2]^{3/2}} \right|$

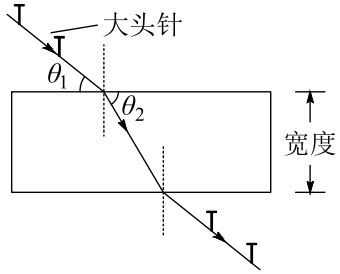
C. $E=\left|\frac{kq(a+r)}{R_1^2+(a+r)^2}-\frac{kq(a-r)}{R_2^2+(a-r)^2}\right|$　　D. $E=\left|\frac{kq(a+r)}{[R_1^2+(a+r)^2]^{3/2}}-\frac{kq(a-r)}{[R_2^2+(a-r)^2]^{3/2}}\right|$

当 $r=0$ 时，点位于圆心 O 处，可以把 O_1、O_2 两个带电圆环均等效成两个位于圆心处的点电荷，根据场强的叠加容易知道，此时总场强 $E=0$，将 $r=0$ 代入各选项，排除 A、B 选项；当 $r=a$ 时，A 点位于圆心 O_2 处，带电圆环 O_2 由于对称性在 A 点的电场为 0，根据微元法可以求得此时的总场强为 $E=E_1=\frac{2kqa}{[R_1^2+4a^2]^{3/2}}$，将 $r=a$ 代入 C、D 选项可以排除 C。

7.（18 分）**(1)**（6 分）某同学利用“插针法”测定玻璃的折射率，所用的玻璃砖两面平行。正确操作后，作出的光路图及测出的相关角度如图所示。

①此玻璃的折射率计算式为 $n=\frac{\cos\theta_1}{\cos\theta_2}$（用图中的 θ_1、θ_2 表示）；

②如果有几块宽度大小不同的平行玻璃砖可供选择，为了减小误差，应选用宽度大（填“大”或“小”）的玻璃砖来测量。



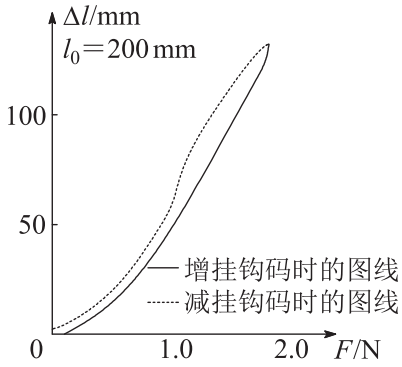
(2)（6 分）某实验小组研究橡皮筋伸长与所受拉力的关系。实验时，将原长约 200 mm 的橡皮筋上端固定，在竖直悬挂的橡皮筋下端逐一增挂钩码（质量均为 20 g），每增挂一只钩码均记下对应的橡皮筋伸长量；当挂上 10 只钩码后，再逐一把钩码取下，每取下一只钩码，也记下对应的橡皮筋伸长量。根据测量数据，作出增挂钩码和减挂钩码时的橡皮筋伸长量 Δl 与拉力 F 关系的图像如图所示。从图像中可以得出 D。（填选项前的字母）

（A）增挂钩码时 Δl 与 F 成正比，而减挂钩码时 Δl 与 F 不成正比

（B）当所挂钩码数相同时，增挂钩码时橡皮筋的伸长量比减挂钩码时的大

（C）当所挂钩码数相同时，增挂钩码时橡皮筋的伸长量与减挂钩码时的相等

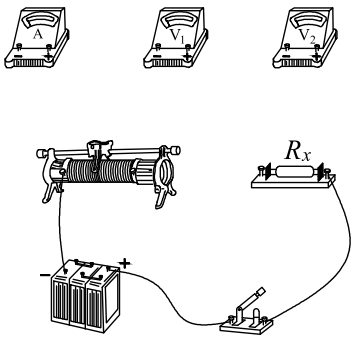
（D）增挂钩码时所挂钩码数过多，导致橡皮筋超出弹性限度



(3)（6 分）如图所示是一些准备用来测量待测电阻 R_x 阻值的实验器材，器材及其规格列表如下：

器材	规格
待测电阻 R_x	阻值在 $900\,\Omega \sim 1000\,\Omega$ 之间
电源 E	具有一定内阻，电动势约 $9.0\,\mathrm{V}$
电压表 V_1	量程 $2.0\,\mathrm{V}$，内阻 $r_1 = 1000\,\Omega$
电压表 V_2	量程 $5.0\,\mathrm{V}$，内阻 $r_2 = 2500\,\Omega$
电流表 A	量程 $3.0\,\mathrm{A}$，内阻 $r = 0.10\,\Omega$
滑动变阻器 R	最大阻值约 $100\,\Omega$，额定电流 $0.5\,\mathrm{A}$
开关 S、导线若干	

为了能正常进行测量并尽可能减小测量误差，实验要求测量时电表的读数大于其量程的一半，而且调节滑动变阻器能使电表读数有较明显的变化。请用实线代替导线，在所给的实验器材图中选择若干合适的器材，连成满足要求的测量 R_x 阻值的电路。

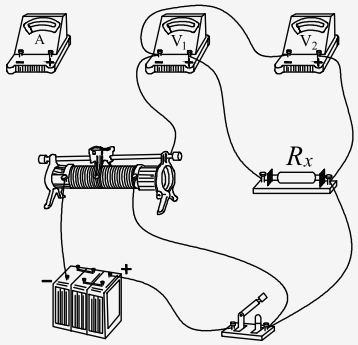


(1) ① $\frac{\cos\theta_1}{\cos\theta_2}$；②大。 (2) D。 (3) 连线如图所示。

（1）由折射定律 $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin(90^\circ - \theta_1)}{\sin(90^\circ - \theta_2)} = \frac{\cos\theta_1}{\cos\theta_2}$。应选宽一些的玻璃砖。

（2）本小题解题的关键在于弄清为什么两个图象会错开。实验中由于增挂钩码时所挂钩码数过多，导致橡皮筋超出弹性限度，弹簧无法及时回复原长，两条图象才会出现差异。

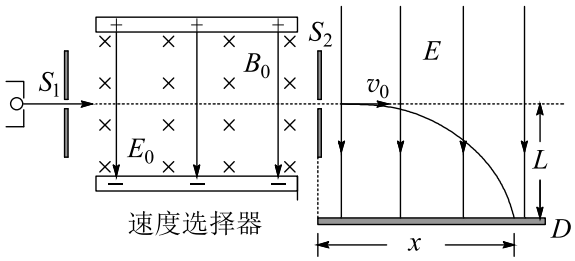
（3）要准确就需要对实验原理（伏安法、变阻器接法）、误差分析有深刻理解。由于待测电阻约 $1000\,\Omega$，滑动变阻器最大电阻为 $100\,\Omega$，要使电表读数发生变化，滑动变阻器必须使用分压式接法。当电源电动势全部加在待测电阻上时，流过的电流约为 $I = \frac{E}{R_x} = \frac{9}{1000} = 9\,\mathrm{mA} \ll 3.0\,\mathrm{A}$，显然不能用电流表来测电流，而应该把其中一个电压表 V_1 当电流表来使用。根据比值法容易判断出待测电阻是大电阻，伏安法应使用内接法。



8. 如图所示的装置，左半部为速度选择器，右半部为匀强的偏转电场。一束同位素离子流从狭缝 S_1 射入速度选择器，能够沿直线通过速度选择器并从狭缝 S_2 射出的离子，又沿着与电场垂直的方向，立即进入场强大小为 E 的偏转电场，最后打在照相底片 D 上。已知同位素离子的电荷量为 q（$q>0$），速度选择器内部存在着相互垂直的场强大小为 E_0 的匀强电场和磁感应强度大小为 B_0 的匀强磁场，照相底片 D 与狭缝 S_1、S_2 的连线平行且距离为 L，忽略重力的影响。

(1) 求从狭缝 S_2 射出的离子速度 v_0 的大小；

(2) 若打在照相底片上的离子在偏转电场中沿速度 v_0 方向飞行的距离为 x，求出 x 与离子质量 m 之间的关系式（用 E_0、B_0、E、q、m、L 表示）。



(1) $\frac{E_0}{B_0}$ (2) $x=\frac{E_0}{B_0}\sqrt{\frac{2mL}{qE}}$

（1）能从速度选择器射出的离子满足 $qE_0=qv_0B_0$，解得 $v_0=\frac{E_0}{B_0}$。

（2）离子进入匀强偏转电场 E 后做类平抛运动，则 $x=v_0t$，$L=\frac{1}{2}at^2$，由牛顿第二定律 $qE=ma$，解得 $x=\frac{E_0}{B_0}\sqrt{\frac{2mL}{qE}}$。

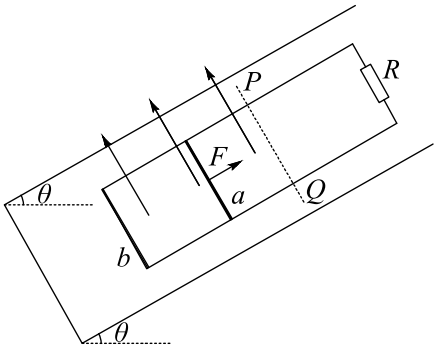
9. 如图所示，两条平行的光滑金属导轨固定在倾角为 θ 的绝缘斜面上，导轨上端连接一个定值电阻。导体棒 a 和 b 放在导轨上，与导轨垂直并良好接触。斜面上水平虚线 PQ 以下区域内，存在着垂直穿过斜面向上的匀强磁场。现对 a 棒施以平行导轨斜向上的拉力，使它沿导轨匀速向上运动，此时放在导轨下端的 b 棒恰好静止。当 a 棒运动到磁场的上边界 PQ 处时，撤去拉力，a 棒将继续沿导轨向上运动一小段距离后再向下滑动，此时 b 棒已滑离导轨。当 a 棒再次滑回到磁场上边界 PQ 处时，又恰能沿导轨匀

速向下运动。已知 a 棒、b 棒和定值电阻的阻值均为 R，b 棒的质量为 m，重力加速度为 g，导轨电阻不计。求：

(1) a 棒在磁场中沿导轨向上运动的过程中，a 棒中的电流强度 I_a 与定值电阻 R 中的电流强度 I_R 之比；

(2) a 棒质量 m_a；

(3) a 棒在磁场中沿导轨向上运动时所受的拉力 F。



(1) $2:1$　(2) $m_a=\frac{3}{2}m$　(3) $\frac{7}{2}mg\sin\theta$

（1）a 棒沿导轨向上运动时，a 棒、b 棒及电阻 R 中的电流分别为 I_a、I_b、I_R，有 $I_R R=I_b R_b$，$I_a=I_b+I_R$，解得 $\frac{I_a}{I_R}=\frac{2}{1}$。

（2）由于 a 棒在 PQ 上方滑动过程中机械能守恒，因而在磁场中向上滑动的速度大小 v_1 与在磁场中向下滑动的速度大小 v_2 相等，即 $v_1=v_2=v$。设磁场的磁感应强度为 B，导体棒长为 L，a 棒在磁场中运动时产生的感应电动势为 $E=BLv$。当 a 棒向上滑动时 $I_b=\frac{E}{3R}$，$I_bBL=mg\sin\theta$；当 a 棒向下滑动时 $I'_a=\frac{E}{2R}$，$I'_aBL=m_ag\sin\theta$，解得 $m_a=\frac{3}{2}m$。

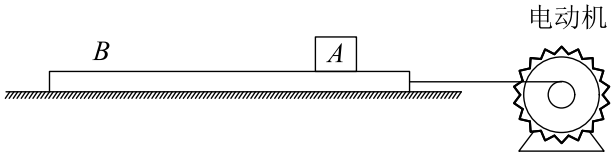
（3）由题知导体棒 a 沿斜面向上运动时，所受拉力 $F=I_aBL+m_ag\sin\theta=\frac{7}{2}mg\sin\theta$。

10. 如图所示，物体 A 放在足够长的木板 B 上，木板 B 静止于水平面。$t=0$ 时，电动机通过水平细绳以恒力 F 拉木板 B，使它做初速度为零、加速度 $a_B=1.0\,\mathrm{m/s^2}$ 的匀加速直线运动。已知 A 的质量 m_A 和 B 的质量 m_B 均为 $2.0\,\mathrm{kg}$，A、B 之间的动摩擦因数 $\mu_1=0.05$，B 与水平面之间的动摩擦因数 $\mu_2=0.1$，最大静摩擦力与滑动摩擦力大小视为相等，重力加速度 g 取 $10\,\mathrm{m/s^2}$。求：

(1) 物体 A 刚运动时的加速度 a_A；

(2) $t=1.0\,\mathrm{s}$ 时，电动机的输出功率 P；

(3) 若 $t=1.0\,\mathrm{s}$ 时，将电动机的输出功率立即调整为 $P'=5\,\mathrm{W}$，并在以后的运动过程中始终保持这一功率不变，$t=3.8\,\mathrm{s}$ 时物体 A 的速度为 $1.2\,\mathrm{m/s}$。则在 $t=1.0\,\mathrm{s}$ 到 $t=3.8\,\mathrm{s}$ 这段时间内木板 B 的位移为多少？



(1) 0.5 m/s² (2) 7 W (3) 3.03 m

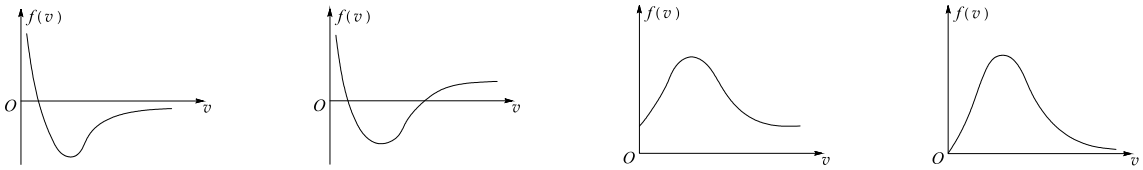
（1）物体 A 在水平方向上受到向右的摩擦力，由牛顿第二定律得 $\mu_1 m_A g = m_A a_A$，代入数据解得 $a_A = 0.5\,\mathrm{m/s^2}$。

（2）$t = 1.0\,\mathrm{s}$ 时，木板 B 的速度大小为 $v = a_B t = 1\,\mathrm{m/s}$。木板 B 所受拉力 F，由牛顿第二定律有 $F - \mu_1 m_A g - \mu_2(m_A + m_B)g = m_B a_B$，解得 $F = 7\,\mathrm{N}$，电动机输出功率 $P = Fv = 7\,\mathrm{W}$。

（3）电动机的输出功率调整为 5 W 时，设细绳对木板 B 的拉力为 F'，则 $P' = F'v$，解得 $F' = 5\,\mathrm{N}$，木板 B 受力满足 $F' - \mu_1 m_A g - \mu_2(m_A + m_B)g = 0$，所以木板 B 将做匀速直线运动，而物体 A 则继续在 B 上做匀加速直线运动，直到 A、B 速度相等。设这一过程时间为 t'，有 $v = a_A(t_1 + t')$，这段时间内木板 B 的位移 $s_1 = vt'$。A、B 速度相等后，由于 $F' > \mu_2(m_A + m_B)g$ 且电动机输出功率恒定，A、B 将一起做加速度逐渐减小的变加速运动，由动能定理得 $P'(t_2 - t' - t_1) - \mu_2(m_A + m_B)gs_2 = \frac{1}{2}(m_A+m_B)v_A^2 - \frac{1}{2}(m_A+m_B)v_1^2$，由以上各式代入数据解得木板 B 在 $t = 1.0\,\mathrm{s}$ 到 3.8 s 这段时间内的位移 $s = s_1 + s_2 = 3.03\,\mathrm{m}$。

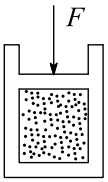
11. 【物理——选修 3-3】（本题共有两小题，每小题 6 分，共 12 分。每小题只有一个选项符合题意）

（1） 1859 年麦克斯韦从理论上推导出了气体分子速率的分布规律，后来有许多实验验证了这一规律。若以横坐标 v 表示分子速率，纵坐标 $f(v)$ 表示各速率区间的分子数占总分子数的百分比。下面各幅图中能正确表示某一温度下气体分子速率分布规律的是 D。（填选项前的字母）



A. B. C. D.

（2） 如图所示，一定质量的理想气体密封在绝热（即与外界不发生热交换）容器中，容器内装有一可以活动的绝热活塞。今对活塞施以一竖直向下的压力 F，使活塞缓慢向下移动一段距离后，气体的体积减小。若忽略活塞与容器壁间的摩擦力，则被密封的气体（ C ）。（填选项前的字母）



A. 温度升高，压强增大，内能减少　　B. 温度降低，压强增大，内能减少

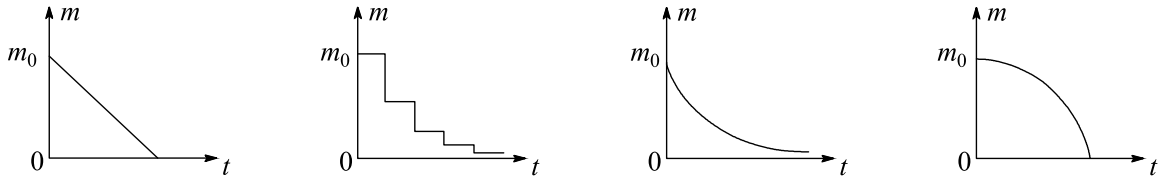
C. 温度升高，压强增大，内能增加　　D. 温度降低，压强减小，内能增加

（1）图象突出中间多、两边少的特点，答案选 D。

（2）外力 F 做正功，$W>0$；绝热，$Q=0$；由热力学第一定律 $\Delta U=Q+W>0$，内能增加，温度升高；另外，由 $\frac{pV}{T}=C$ 可以判断出压强增大。故选 C。

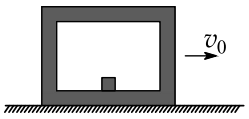
12. 【物理——选修 3-5】（本题共有两小题，每小题 6 分，共 12 分。每小题只有一个选项符合题意）

（1） ^{14}C 测年法是利用 ^{14}C 衰变规律对古生物进行年代测定的方法。若以横坐标 t 表示时间，纵坐标 m 表示任意时刻 ^{14}C 的质量，m_0 为 $t=0$ 时 ^{14}C 的质量。下面四幅图中能正确反映 ^{14}C 衰变规律的是 C。（填选项前的字母）



A.　　B.　　C.　　D.

（2） 如图所示，一个木箱原来静止在光滑水平面上，木箱内粗糙的底板上放着一个小木块。木箱和小木块都具有一定的质量。现使木箱获得一个向右的初速度 v_0，则 (B)。（填选项前的字母）



A. 小木块和木箱最终都将静止

B. 小木块最终将相对木箱静止，二者一起向右运动

C. 小木块在木箱内壁将始终来回往复碰撞，而木箱一直向右运动

D. 如果小木块与木箱的左壁碰撞后相对木箱静止，则二者将一起向左运动

（1）由公式 $m=m_0\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}}$ 可知 C 答案正确。

（2）系统不受外力，系统动量守恒，最终两个物体以相同的速度一起向右运动，B 正确。