2008 年北京理综

1. 下列说法中正确的是 (A)

   A. 用分光镜观察光谱是利用光折射时的色散现象

   B. 用 X 光机透视人体是利用光电效应

   C. 光导纤维传输信号是利用光的干涉现象

   D. 门镜可以扩大视野是利用光的衍射现象

   > B 项利用了 X 光的穿透本领；C 项利用了光的全反射原理；D 项利用了光的折射现象，故 A 正确。

2. 一个质子与一个中子聚变结合成一个氘核，同时辐射出一个 γ 光子。已知质子、中子和氘核的质量分别为 m_1、m_2 和 m_3，普朗克常量为 h，真空中的光速为 c，下列说法中正确的是 (B)

   A. 核反应方程是 ${}_1^1\mathrm{H}+{}_0^1\mathrm{n}\longrightarrow{}_1^3\mathrm{H}+\gamma$

   B. 聚变反应中的质量亏损 $\Delta m=m_1+m_2-m_3$

   C. 辐射出的 γ 光子的能量 $E=(m_1+m_2-m_3)c$

   D. γ 光子的波长 $\lambda=\frac{h}{(m_1+m_2-m_3)c^2}$

   > 核反应方程为 ${}_1^1\mathrm{H}+{}_0^1\mathrm{n}\longrightarrow{}_1^2\mathrm{H}+\gamma$，故 A 错误；由质能方程知 $E=(m_1+m_2-m_3)c^2$，故 C 错误；又 $h\nu=h\frac{c}{\lambda}=E$，解得 $\lambda=\frac{h}{(m_1+m_2-m_3)c}$，故 D 错误。

3. 假如全世界 60 亿人同时数 1 g 水的分子数，每人每小时可以数 5000 个，不间断地数，则完成任务所需时间最接近的是（阿伏伽德罗常数 N_A 取 $6\times10^{23}\,\mathrm{mol}^{-1}$）(C)

   A. 10 年　　B. 1 千年　　C. 10 万年　　D. 1 千万年

   > $\frac{\frac{1}{18}\times6\times10^{23}}{60\times10^8\times24\times5\times10^3\times365}\approx10^5$ 年 $=10$ 万年。

4. 在介质中有一沿水平方向传播的简谐横波。一质点由平衡位置竖直向上运动，经 0.1 s 到达最大位移处，在这段时间内波传播了 0.5 m，则这列波 (D)

   A. 周期是 0.2 s　　B. 波长是 0.5 m

   C. 波速是 2 m/s　　D. 经 1.6 s 传播了 8 m

   > 由 $0.1\,\mathrm{s}=\frac{1}{4}T$ 得 $T=0.4\,\mathrm{s}$，故 A 错误；由 $0.5\,\mathrm{m}=\frac{1}{4}\lambda$ 得 $\lambda=2.0\,\mathrm{m}$，故 B 错误；由 $v=\frac{\lambda}{T}=5\,\mathrm{m/s}$ 知 C 错误；由 $s=vt=8\,\mathrm{m}$ 知 D 正确。

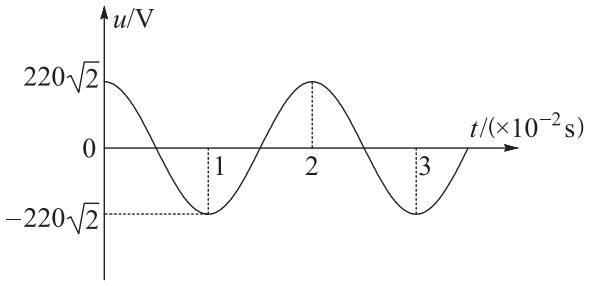
5. 据媒体报道，嫦娥一号卫星环月工作轨道为圆轨道，轨道高度 200 km，运行周期 127 min。若还知道引力常量和月球平均半径，仅利用上述条件不能求出的是 (B)

A. 月球表面的重力加速度　　B. 月球对卫星的吸引力

C. 卫星绕月运行的速度　　D. 卫星绕月运行的加速度

> 由 $mg=G\frac{Mm}{R^2}$ 得 $g=\frac{GM}{R^2}$，又 $\frac{GMm'}{(R+h)^2}=m'\frac{4\pi^2}{T^2}(R+h)$，联立解得 $g=\frac{(R+h)^3}{R^2}\cdot\frac{4\pi^2}{T^2}$，故 A 正确；因不知卫星的质量，所以不能求得该项，故 B 错误；由 $v=\frac{2\pi}{T}(R+h)$ 知 C 正确；又 $a=\frac{4\pi^2}{T^2}(R+h)$，故 D 正确。由于本题要求选出不能求出的项，故选 B。

6. 一理想变压器原、副线圈匝数比 $n_1:n_2=11:5$，原线圈与正弦交流电源连接，输入电压 u 如图所示，副线圈仅接入一个 10 Ω 的电阻，则 (D)



A. 流过电阻的电流是 0.2 A

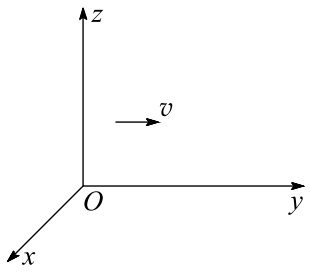
B. 与电阻并联的电压表示数是 $100\sqrt{2}$ V

C. 经过 1 min 电阻发出的热量是 6×10^3 J

D. 变压器的输入功率是 1×10^3 W

> 由 $\frac{n_1}{n_2}=\frac{U_1}{U_2}$ 得 $U_2=100$ V，$I_2=\frac{U_2}{R}=10$ A，故 A 错误；电压表读数应为 100 V，为有效值，故 B 错误；由焦耳定律知 $Q=I_2^2Rt=6\times10^4$ J，故 C 错误；由 $P_{入}=P_{出}=I_2U_2=1\times10^3$ W，故 D 正确。

7. 在如图所示的空间中，存在场强为 E 的匀强电场，同时存在沿 x 轴负方向、磁感应强度为 B 的匀强磁场。一质子（电荷量为 e）在该空间恰沿 y 轴正方向以速度 v 匀速运动。据此可以判断出 (C)



A. 质子所受电场力大小为 eE，运动中电势能减小，沿 z 轴正方向电势升高

B. 质子所受电场力大小为 eE，运动中电势能增大，沿 z 轴正方向电势降低

C. 质子所受电场力大小为 evB，运动中电势能不变，沿 z 轴正方向电势升高

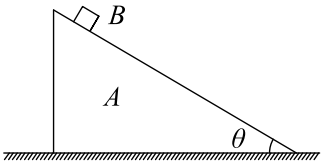
D. 质子所受电场力大小为 evB，运动中电势能不变，沿 z 轴正方向电势降低

> 由二力平衡可知 $evB = eE$，即 $F_{电} = Bev$，由左手定则及二力关系可判断场强方向沿 z 轴负方向，运动过程中电势能不变，故 C 正确。

8. 有一些问题你可能不会求解，但你仍有可能对这些问题的解是否合理进行分析和判断。例如从解的物理量单位，解随某些已知量变化的趋势，解在一些特殊条件下的结果等方面进行分析，并与预期结果、实验结论等进行比较，从而判断解的合理性或正确性。

举例如下：如图所示，质量为 M、倾角为 θ 的滑块 A 放在水平地面上，把质量为 m 的滑块 B 放在 A 的斜面上，忽略一切摩擦，有人求得 B 相对地面的加速度 $a = \frac{M+m}{M+m\sin^2\theta} g\sin\theta$，式中 g 为重力加速度。

对于上述解，某同学首先分析了等号右侧量的单位，没发现问题，他进一步利用特殊条件对该解做了四项分析和判断，所得结论都是“解可能是正确的”，但是其中有一项是错误的，请你指出该项（D）



A. 当 $\theta = 0°$ 时，该解给出 $a = 0$，这符合常识，说明该解可能对的

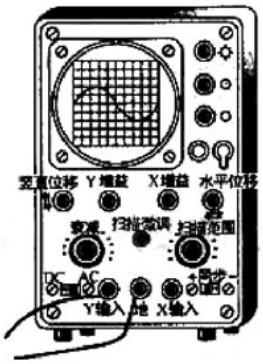
B. 当 $\theta = 90°$ 时，该解给出 $a = g$，这符合实验结论，说明该解可能对的

C. 当 $M \gg m$ 时，该解给出 $a = g\sin\theta$，这符合预期的结果，说明该解可能对的

D. 当 $m \gg M$ 时，该解给出 $a = g/\sin\theta$，这符合预期的结果，说明该解可能对的

> 当 $\theta = 0°$ 时，$F_{合} = 0$，则 $a = 0$，故 A 正确；当 $\theta = 90°$ 时，$F_{合} = mg$，则 $a = g$，故 B 正确；当 $M \gg m$ 时，$F_{合} = mg\sin\theta$，则 $a = g\sin\theta$，故 C 正确；当 $m \gg M$ 时，$a \approx \frac{g}{\sin\theta}$，该解与实际不符，故 D 错误。本题选择错误选项，故选 D。

9. (1) 用示波器观察某交流信号时，在显示屏上显示出一个完整的波形，如图。经下列四组操作之一，使该信号显示出两个完整波形，且波形幅度增大。此组操作是 C（填选项代号）。



A. 调整 X 轴增益旋钮和竖直位移旋钮　B. 调整 X 轴增益旋钮和扫描微调旋钮

C. 调整扫描微调旋钮和 Y 轴增益旋钮　D. 调整水平位移旋钮和 Y 轴增益旋钮

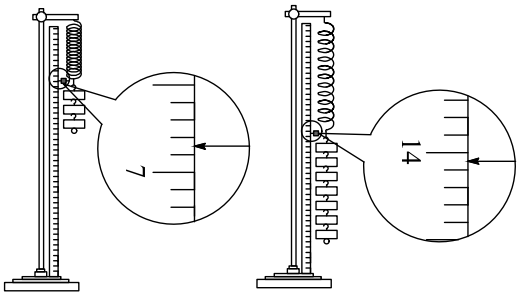
(2) 某同学和你一起探究弹力和弹簧伸长的关系，并测量弹簧的劲度系数。做法是先将弹簧的一端固定在铁架台上，然后将最小刻度是毫米的刻度尺竖直放在弹簧的一侧，并使弹簧另一端的指针恰好落在刻度尺上。当弹簧自然下垂时，指针指示的刻度数值记作 L_0；弹簧下端挂一个 50 g 砝码时，指针指示的刻度数值记作 L_1；弹簧下端挂两个 50 g 砝码时，指针指示的刻度数值记作 L_2；……；挂七个 50 g 砝码时，指针指示的刻度数值记作 L_7。

①下表记录的是该同学已测出的 6 个值，其中有两个数值在记录时有误，它们的代号是　和　。

测量记录表：

代表符号	L_0	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7
刻度数值（cm）	1.70	3.40	5.10		8.60	10.3	12.1	

②实验中，L_3 和 L_7 两个值还没有记录，请你根据上图将这两个测量值填入表中。



③为了充分利用测量数据，该同学将所测得的数值按如下方法逐一求差。分别计算出三个差值：$d_1 = L_4 - L_0 = 6.90\,\text{cm}$，$d_2 = L_5 - L_1 = 6.90\,\text{cm}$，$d_3 = L_6 - L_2 = 7.00\,\text{cm}$，请你给出第 4 个差值 $d_4 =$ $=$ cm。

④根据以上差值，可以计算出每增加 50 g 砝码的弹簧平均伸长量 ΔL，ΔL 用 d_1、d_2、d_3、d_4 表示的式子为 $\Delta L =$；代入数据解得 $\Delta L =$ cm。

⑤计算弹簧的劲度系数 $k =$ N/m（g 取 $9.8\,\text{m/s}^2$）。

(1) C　(2) ① L_5，L_6；② 6.85，14.05；③ L_7-L_3，7.20；④ $\frac{d_1+d_2+d_3+d_4}{4\times4}$，1.75；⑤ 28

（1）X 增益旋钮、Y 增益旋钮分别用来调节图象在水平和竖直方向的幅度，水平、竖直位移旋钮用来调节图象在水平和竖直方向的位置，扫描微调旋钮可改变扫描电压的频率，使之显示多个波形。

（2）①刻度尺的最小分度值为 1 mm，读数时估读一位，记录数据要记录到 0.1 mm，所以长度 L_5 应为 10.30 cm，L_6 为 12.10 cm，故错误的是 L_5 和 L_6；

②由图读出指针指示的刻度数值：$L_3=6.85\,\text{cm}$，$L_7=14.05\,\text{cm}$；

③ $d_4=L_7-L_3=14.05\,\text{cm}-6.85\,\text{cm}=7.20\,\text{cm}$；

④ $\Delta L=\frac{d_1+d_2+d_3+d_4}{4\times4}=1.75\,\text{cm}$；

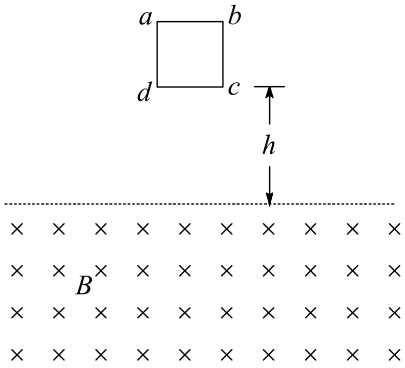
⑤由胡克定律得 $k=\frac{\Delta F}{\Delta L}=\frac{9.8\times0.05}{1.75\times10^{-2}}\,\text{N/m}=28\,\text{N/m}$。

10. 均匀导线制成的单匝正方形闭合线框 abcd，每边长为 L，总电阻为 R，总质量为 m。将其置于磁感应强度为 B 的水平匀强磁场上方 h 处。如图所示，线框由静止起自由下落，线框平面保持在竖直平面内，且 cd 边始终与水平的磁场边界面平行。当 cd 边刚进入磁场时，

(1) 求线框中产生的感应电动势大小；

(2) 求 cd 两点间电势差的大小；

(3) 若此时线框的加速度刚好为零，求线框下落的高度 h 所应满足的条件。



(1) $E=BL\sqrt{2gh}$　(2) $U=\frac{3}{4}BL\sqrt{2gh}$　(3) $h=\frac{m^2gR^2}{2B^4L^4}$

（1）线框速度 $v=\sqrt{2gh}$，感应电动势 $E=BLv=BL\sqrt{2gh}$。

（2）电流 $I=\frac{E}{R}$，两点间电压 $U=\frac{3}{4}IR=\frac{3}{4}BL\sqrt{2gh}$。

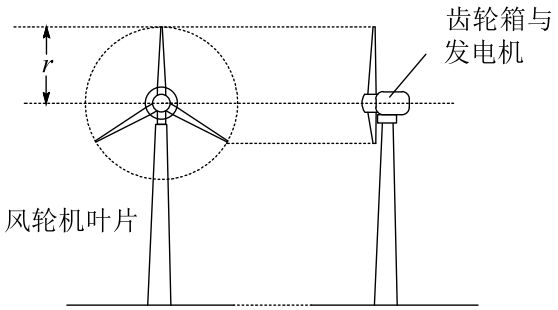
（3）安培力 $F=BIL=\frac{B^2L^2}{R}\sqrt{2gh}=mg$，得 $h=\frac{m^2gR^2}{2B^4L^4}$。

11. 风能将成为 21 世纪大规模开发的一种可再生清洁能源。风力发电机是将风能（气流的动能）转化为电能的装置，其主要部件包括风轮机、齿轮箱、发电机等，如图所示。

(1) 利用总电阻 $R = 10\,\Omega$ 的线路向外输送风力发电机产生的电能，输送功率 $P_{总} = 300\,\mathrm{kW}$，输电电压 $U = 10\,\mathrm{kV}$，求导线上损失的功率与输送功率之比；

(2) 风轮机叶片旋转所扫过的面积为风力发电机可接收风能的面积，设空气密度为 ρ，气流速度为 v，风轮机叶片长度为 r，求单位时间内流向风轮机的风能 $P_{风}$，在风速和叶片数确定的情况下，要提高风轮机单位时间接收的风能，简述可采取的措施；

(3) 已知风力发电机输出的电功率 P 与 $P_{风}$ 成正比，某风力发电机在风速 $v_1 = 9\,\mathrm{m/s}$ 时，能够输出电功率 $P_1 = 540\,\mathrm{W}$。我国某地区风速不低于 $v_2 = 6\,\mathrm{m/s}$ 的时间每年约 5000 小时，试估算这台风力发电机在该地区的最小年发电量是多少千瓦时？



(1) 0.03　(2) $P_m = \frac{1}{2}\pi\rho v^3 r^2$，增加风轮机叶片长度、安装调向装置保持风轮机正面迎风等。　(3) $W = 8 \times 10^5\,\mathrm{kW \cdot h}$

（1）导线上损失功率 $P = I^2R = P_0^2R/U^2 = 9 \times 10^3\,\mathrm{W}$，损失功率与输送功率之比 $P/P_0 = 0.03$。

（2）风垂直流向风轮机时，提供的风能功率最大。单位时间内垂直流向叶片旋转面积的气体质量为 ρvS，$S = \pi r^2$，风能的最大功率可表示为 $P_m = \frac{1}{2}\rho vSv^2 = \frac{1}{2}\pi\rho v^3 r^2$。可采取的措施：增加风轮机叶片长度，安装调向装置保持风轮机正面迎风等。

（3）按题意，风力发电机的输出功率 $P_2 = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^3 P_1 = \left(\frac{6}{9}\right)^3 \times 540\,\mathrm{kW} = 160\,\mathrm{kW}$，最小年发电量约为 $W = P_2 t = 160 \times 5000\,\mathrm{kW \cdot h} = 8 \times 10^5\,\mathrm{kW \cdot h}$。

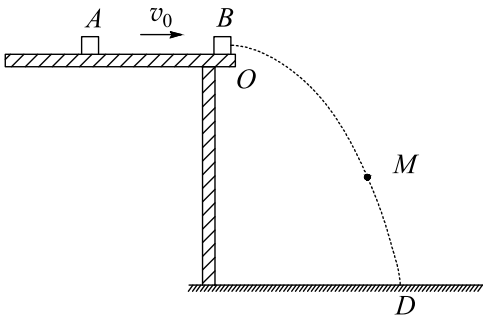
12. 有两个完全相同的小滑块 A 和 B，A 沿光滑水平面以速度 v_0 与静止在平面边缘 O 点的 B 发生正碰，碰撞中无机械能损失。碰后 B 运动的轨迹为 OD 曲线，如图所示。

(1) 已知滑块质量为 m，碰撞时间为 Δt，求碰撞过程中 A 对 B 平均冲力的大小；

(2) 为了研究物体从光滑抛物线轨道顶端无初速下滑的运动，制做一个与 B 平抛轨迹完全相同的光滑轨道，并将该轨道固定在与 OD 曲线重合的位置，让 A 沿该轨道无初速下滑（经分析 A 在下滑过程中不会脱离轨道），

a．分析 A 沿轨道下滑到任意一点时的动量 p_A 与 B 平抛经过该点时的动量 p_B 的大小关系；

b．在 OD 曲线上有一点 M，O 和 M 两点的连线与竖直方向的夹角为 45°，求 A 通过 M 点时的水平分速度和竖直分速度。



(1) $F=\frac{mv_0}{\Delta t}$　(2) a．$p_A<p_B$；b．$v_{xA}=\frac{2\sqrt{5}}{5}v_0$，$v_{yA}=\frac{4\sqrt{5}}{5}v_0$。

（1）由动量守恒 $mv_A+mv_B=mv_0$，由机械能守恒 $\frac{1}{2}mv_A^2+\frac{1}{2}mv_B^2=\frac{1}{2}mv_0^2$，解得 $v_A=0$，$v_B=v_0$。对 B 有 $F\Delta t=mv_0$，所以 $F=\frac{mv_0}{\Delta t}$。

（2）a．设该点的竖直高度为 d，对 A 有 $E_{kA}=mgd$，对 B 有 $E_{kB}=mgd+\frac{1}{2}mv_0^2$，而 $p=\sqrt{2mE_k}$，所以 $p_A<p_B$。

b. 对 B 有 $y=\frac{1}{2}gt^2$, $x=v_0t$, $y=\frac{g}{2v_0^2}x^2$, 在 M 点 $x=y$, 所以 $y=\frac{2v_0^2}{g}$; 因轨迹相同, 所以在任意点它们的速度方向相同。对 B 有 $v_{xB}=v_0$，$v_{yB}=\sqrt{2gy}=2v_0$，$v_B=\sqrt{5}v_0$；对 A 有 $v_A=\sqrt{2gy}=2v_0$。所以 $v_{xA}=v_{xB}\frac{v_A}{v_B}=\frac{2\sqrt{5}}{5}v_0$，$v_{yA}=v_{yB}\frac{v_A}{v_B}=\frac{4\sqrt{5}}{5}v_0$。