2008 年四川理综

1. 下列说法正确的是（D）

A. 物体吸收热量，其温度一定升高

B. 热量只能从高温物体向低温物体传递

C. 遵守热力学第一定律的过程一定能实现

D. 做功和热传递是改变物体内能的两种方式

> 由热力学第一定律可知，做功与热传递可以改变物体的内能，D 正确；故物体吸收热量时，其内能不一定增大，A 错；由热力学第二定律可知，宏观的热现象有方向性，但若通过外界做功，热量也可以从低温物体传到高温物体，B、C 错。

2. 下列说法正确的是（A）

A. γ 射线在电场和磁场中都不会发生偏转

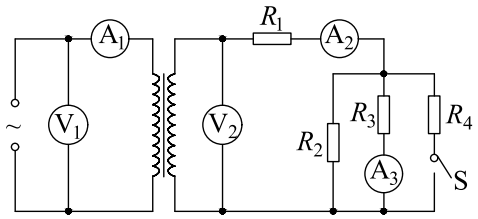
B. β 射线比 α 射线更容易使气体电离

C. 太阳辐射的能量主要来源于重核裂变

D. 核反应堆产生的能量来自轻核聚变

> γ 射线中的 γ 光子不带电，故在电场与磁场中都不会发生偏转，A 正确；α 粒子的特点是电离能力很强，B 错；太阳辐射的能量主要来源于轻核的聚变，C 错；核反应堆产生的能量是来自于重核的裂变，D 错。

3. 如图，一理想变压器原线圈接入一交流电源，副线圈电路中 R_1、R_2、R_3 和 R_4 均为固定电阻，开关 S 是闭合的。V_1 和 V_2 为理想电压表，读数分别为 U_1 和 U_2；A_1、A_2 和 A_3 为理想电流表，读数分别为 I_1、I_2 和 I_3。现断开 S，U_1 数值不变，下列推断中正确的是（BC）



A. U_2 变小、I_3 变小

B. U_2 不变、I_3 变大

C. I_1 变小、I_2 变小

D. I_1 变大、I_2 变大

> 因为变压器的匝数与 U_1 不变，所以 U_2 与两电压表的示数均不变。当 S 断开时，因为负载电阻增大，故次级线圈中的电流 I_2 减小，由于输入功率等于输出功率，所以 I_1 也将减小，C 正确；因为 R_1 的电压减小，故 R_2、R_3 两端的电压将增大，I_3 变大，

> B 正确。

4. 在沿水平方向的匀强磁场中，有一圆形金属线圈可绕沿其直径的竖直轴自由转动。开始时线圈静止，线圈平面与磁场方向既不平行也不垂直，所成的锐角为 α。在磁场开始增强后的一个极短时间内，线圈平面 (B)

A. 维持不动

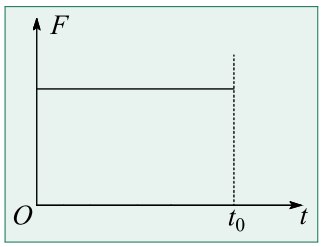
B. 将向使 α 减小的方向转动

C. 将向使 α 增大的方向转动

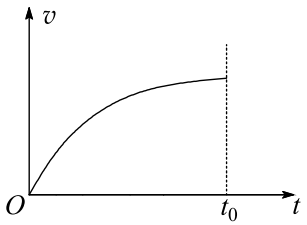
D. 将转动，因不知磁场方向，不能确定 α 会增大还是会减小

> 由楞次定律可知，当磁场开始增强时，线圈平面转动的效果是为了减小线圈磁通量的增加，而线圈平面与磁场间的夹角越小时，通过的磁通量越小，所以将向使 α 减小的方向转动。

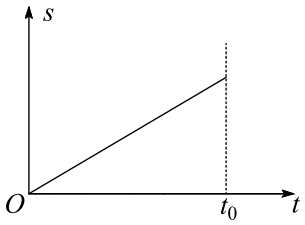
5. 一物体沿固定斜面从静止开始向下运动，经过时间 t_0 滑至斜面底端。已知在物体运动过程中物体所受的摩擦力恒定。若用 F、v、s 和 E 分别表示该物体所受的合力、物体的速度、位移和机械能，则下列图象中可能正确的是 (AD)



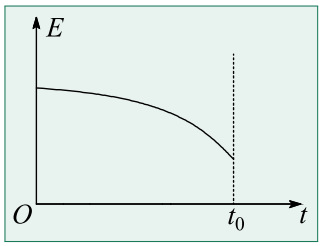
A.



B.



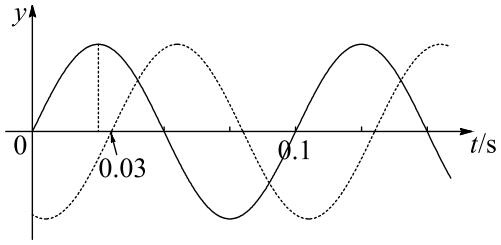
C.



D.

> 物体在沿斜面向下滑动过程中，所受的合力为重力沿斜面向下的分力及摩擦力，故大小不变，A 正确；而物体在此合力作用下作匀加速运动，$v = at$，$s = \frac{1}{2}at^2$，所以 B、C 错；物体受摩擦力作用，总的机械能将减小，D 正确。

6. 一列简谐横波沿直线传播，该直线上的 a、b 两点相距 4.42 m。图中实、虚两条曲线分别表示平衡位置在 a、b 两点处质点的振动曲线。从图示可知 (AC)



A. 此列波的频率一定是 10 Hz　　B. 此列波的波长一定是 0.1 m

C. 此列波的传播速度可能是 34 m/s　　D. a 点一定比 b 点距波源近

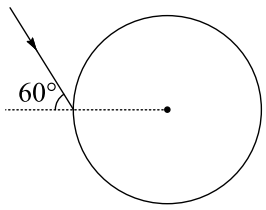
> 由振动图像可知，振动周期为 0.1 s，故此列波的频率一定是 10 Hz，A 正确；因为波速为 $v=\frac{4.42}{0.1n-0.07}$ m/s，当 $n=2$ 时，波速为 34 m/s，故 C 正确；由图不能断定波长一定是 0.1 m，也无法确定哪一点距波源近一些。

7. 1990 年 4 月 25 日，科学家将哈勃天文望远镜送上距地球表面约 600 km 的高空，使得人类对宇宙中星体的观测与研究有了极大的进展。假设哈勃望远镜沿圆轨道绕地球运行。已知地球半径为 6.4×10^6 m，利用地球同步卫星与地球表面的距离为 3.6×10^7 m 这一事实可得到哈勃望远镜绕地球运行的周期。以下数据中最接近其运行周期的是 (B)

A. 0.6 小时　　B. 1.6 小时　　C. 4.0 小时　　D. 24 小时

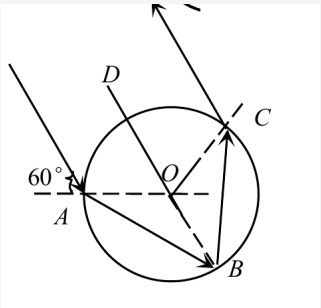
> 由开普勒行星运动定律可知，$\frac{R^3}{T^2}=$ 恒量，所以 $\frac{(r+h_1)^3}{t_1^2}=\frac{(r+h_2)^3}{t_2^2}$，其中 r 为地球的半径，h_1、t_1、h_2、t_2 分别表示望远镜到地表的距离、望远镜的周期、同步卫星距地表的距离、同步卫星的周期（24 小时），代入数据得 $t_1=1.6$ 小时。

8. 如图，一束单色光射入一玻璃球体，入射角为 60°。已知光线在玻璃球内经一次反射后，再次折射回到空气中时与入射光线平行。此玻璃的折射率为 (C)

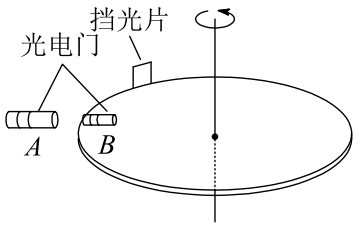


A. $\sqrt{2}$　　B. 1.5　　C. $\sqrt{3}$　　D. 2

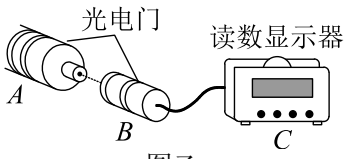
> 如图，A、C 为折射点，B 为反射点，作 OD 平行于入射光线，故 $\angle AOD=\angle COD=60°$，所以 $\angle OAB=30°$，玻璃的折射率 $n=\frac{\sin 60°}{\sin 30°}=\sqrt{3}$。



9. (1) Ⅰ.（9 分）一水平放置的圆盘绕过其圆心的竖直轴匀速转动。盘边缘上固定一竖直的挡光片。盘转动时挡光片从一光电数字计时器的光电门的狭缝中经过，如图 甲 所示。图 乙 为光电数字计时器的示意图。光源 A 中射出的光可照到 B 中的接收器上。若 A、B 间的光路被遮断，显示器 C 上可显示出光线被遮住的时间。

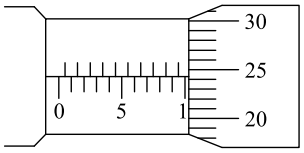


图甲

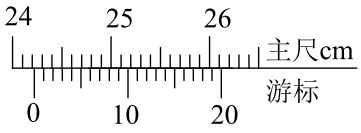


图乙

挡光片的宽度用螺旋测微器测得，结果如图 丙 所示。圆盘直径用游标卡尺测得，结果如图 丁 所示。由图可知，



图丙



图丁

（1）挡光片的宽度为 10.243 mm。

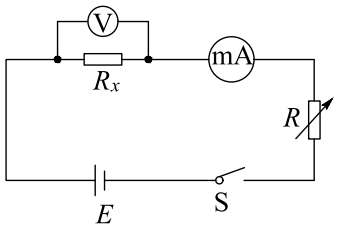
（2）圆盘的直径为 24.220 cm。

（3）若光电数字计时器所显示的时间为 50.0 ms，则圆盘转动的角速度为 1.69 rad/s（保留 3 位有效数字）。

(2) Ⅱ.（8 分）图为用伏安法测量电阻的原理图。图中 V 为电压表，内阻为 4000 Ω；mA 为电流表，内阻为 50 Ω。E 为电源，R 为电阻箱，R_x 为待测电阻，S 为开关。

（1）当开关闭合后电压表读数 $U = 1.6\,\mathrm{V}$，电流表读数 $I = 2.0\,\mathrm{mA}$。若将 $R_x = \frac{U}{I}$ 作为测量值，所得结果的百分误差是 20%。

（2）若将电流表改为内接。开关闭合后，重新测得电压表读数和电流表读数，仍将电压表读数与电流表读数之比作为测量值，这时结果的百分误差是 5%。（百分误差 $= \frac{\text{实际值}-\text{测量值}}{\text{实际值}} \times 100\%$）



(1) Ⅰ.（1）10.243 mm；（2）24.220 cm；（3）1.69 rad/s。 (2) Ⅱ.（1）20%；（2）5%。

Ⅰ. 由螺旋测微器与游标卡尺的读数规则可得两者的读数：$d = 10 + 24.3 \times 0.01 = 10.243\,\text{mm}$，$D = 242 + 4 \times 0.05 = 242.20\,\text{mm} = 24.220\,\text{cm}$。圆盘转动的角速度为 $\omega = \frac{\theta}{t}$，而 $\theta = \frac{d}{2\pi r} \times 2\pi$，综合两式并代入数据可得 $\omega = 1.69\,\text{rad/s}$。

Ⅱ.（1）测量值为 $R = \frac{U}{I} = 800\,\Omega$，因电流表外接，所以 $R = \frac{R_x R_V}{R_x + R_V}$，故真实值为 $R_x = 1000\,\Omega$，对应的百分误差 $\Delta = \frac{1000-800}{1000} = 20\%$。

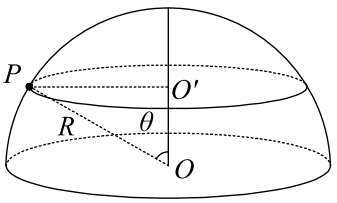
（2）电流表内接时，百分误差 $\Delta' = \left|\frac{1050-1000}{1000}\right| = 5\%$。

10. A、B 两辆汽车在笔直的公路上同向行驶。当 B 车在 A 车前 84 m 处时，B 车速度为 4 m/s，且正以 2 m/s² 的加速度做匀加速运动；经过一段时间后，B 车加速度突然变为零。A 车一直以 20 m/s 的速度做匀速运动。经过 12 s 后两车相遇。问 B 车加速行驶的时间是多少？

6 s

设 A 车的速度为 v_A，B 车加速行驶时间为 t，两车在 t_0 时相遇。则有 $s_A = v_A t_0$ ①，$s_B = v_B t + \frac{1}{2}at^2 + (v_B + at)(t_0 - t)$ ②。式中 $t_0 = 12\,\text{s}$，s_A、s_B 分别为 A、B 两车相遇前行驶的路程。依题意有 $s_A = s_B + s$ ③，式中 $s = 84\,\text{m}$。由①②③式得 $t^2 - 2t_0 t + \frac{2[(v_A - v_B)t_0 - s]}{a} = 0$ ④。代入题给数据 $v_A = 20\,\text{m/s}$，$v_B = 4\,\text{m/s}$，$a = 2\,\text{m/s}^2$，有 $t^2 - 24t + 108 = 0$ ⑤。式中 t 的单位为 s。解得 $t_1 = 6\,\text{s}$，$t_2 = 18\,\text{s}$ ⑥。$t_2 = 18\,\text{s}$ 不合题意，舍去。因此，B 车加速行驶的时间为 6 s。

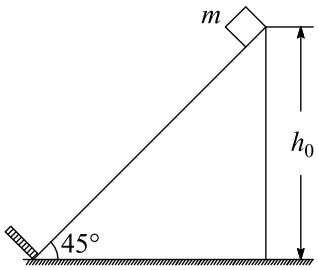
11. 如图，一半径为 R 的光滑绝缘半球面开口向下，固定在水平面上。整个空间存在匀强磁场，磁感应强度方向竖直向下。一电荷量为 q（$q > 0$）、质量为 m 的小球 P 在球面上做水平的匀速圆周运动，圆心为 O'。球心 O 到该圆周上任一点的连线与竖直方向的夹角为 θ（$0 < \theta < \frac{\pi}{2}$）。为了使小球能够在该圆周上运动，求磁感应强度大小的最小值及小球 P 相应的速率。重力加速度为 g。



$B_{\min}=\frac{2m}{q}\sqrt{\frac{g}{R\cos\theta}}$，$v=\sqrt{\frac{gR}{\cos\theta}}\sin\theta$

据题意，小球 P 在球面上做水平的匀速圆周运动，该圆周的圆心为 O'。P 受到向下的重力 mg、球面对它沿 OP 方向的支持力 N 和磁场的洛伦兹力 $f=qvB$ ①，式中 v 为小球运动的速率。洛伦兹力 f 的方向指向 O'。根据牛顿第二定律 $N\cos\theta-mg=0$ ②，$f-N\sin\theta=m\frac{v^2}{R\sin\theta}$ ③。由①②③式得 $v^2-\frac{qBR\sin\theta}{m}v+\frac{gR\sin^2\theta}{\cos\theta}=0$ ④。由于 v 是实数，必须满足 $\Delta=\left(\frac{qBR\sin\theta}{m}\right)^2-\frac{4gR\sin^2\theta}{\cos\theta}\geqslant 0$ ⑤。由此得 $B\geqslant\frac{2m}{q}\sqrt{\frac{g}{R\cos\theta}}$ ⑥。可见，为了使小球能够在该圆周上运动，磁感应强度大小的最小值为 $B_{\min}=\frac{2m}{q}\sqrt{\frac{g}{R\cos\theta}}$ ⑦。此时，带电小球做匀速圆周运动的速率为 $v=\frac{qB_{\min}R\sin\theta}{2m}$ ⑧。由⑦⑧式得 $v=\sqrt{\frac{gR}{\cos\theta}}\sin\theta$ ⑨。

12. 一倾角为 $\theta=45^\circ$ 的斜面固定于地面，斜面顶端离地面的高度 $h_0=1\,\mathrm{m}$，斜面底端有一垂直于斜面的固定挡板。在斜面顶端自由释放一质量 $m=0.09\,\mathrm{kg}$ 的小物块（视为质点）。小物块与斜面之间的动摩擦因数 $\mu=0.2$。当小物块与挡板碰撞后，将以原速返回。重力加速度 $g=10\,\mathrm{m/s^2}$。在小物块与挡板的前 4 次碰撞过程中，挡板给予小物块的总冲量是多少？



$I=0.4(3+\sqrt{6})\,\mathrm{N\cdot s}$

解法一：设小物块从高为 h 处由静止开始沿斜面向下运动，到达斜面底端时速度为 v。由功能关系得 $mgh=\frac{1}{2}mv^2+\mu mg\cos\theta\frac{h}{\sin\theta}$ ①。以沿斜面向上为动量的正方向，按动量定理，碰撞过程中挡板给小物块的冲量 $I=mv-m(-v)$ ②。设碰撞后小物块所能达到的最大高度为 h'，则 $\frac{1}{2}mv^2=mgh'+\mu mg\cos\theta\frac{h'}{\sin\theta}$ ③。同理，有 $mgh'=\frac{1}{2}mv'^2+\mu mg\cos\theta\frac{h'}{\sin\theta}$ ④，$I'=mv'-m(-v')$ ⑤。式中 v' 为小物块再次到达斜面底端时的速度，I' 为再次碰撞过程中挡板给小物块的冲量。由①②③④⑤式得 $I'=kI$ ⑥，式中 $k=\sqrt{\frac{\tan\theta-\mu}{\tan\theta+\mu}}$ ⑦。由此可知，小物块前 4 次与挡板碰撞所获得的冲量成等比级数，首项为 $I_1=2m\sqrt{2gh_0(1-\mu\cot\theta)}$ ⑧。总冲量为 $I=I_1+I_2+I_3+I_4=I_1(1+k+k^2+k^3)$ ⑨。由 $1+k+k^2+\cdots+k^{n-1}=\frac{1-k^n}{1-k}$ ⑩，得 $I=\frac{1-k^4}{1-k}\cdot 2m\sqrt{2gh_0(1-\mu\cot\theta)}$（11）。代入数据得 $I=0.4(3+\sqrt{6})\,\mathrm{N\cdot s}$（12）。

解法二：设小物块从高为 h 处由静止开始沿斜面向下运动，小物块受到重力、斜面对它的摩擦力和支持力，小物块向下运动的加速度为 a，依牛顿第二定律得 $mg\sin\theta-$

$\mu mg\cos\theta = ma$ ①。设小物块与挡板碰撞前的速度为 v，则 $v^2 = 2a\frac{h}{\sin\theta}$ ②。以沿斜面向上为动量的正方向，按动量定理，碰撞过程中挡板给小物块的冲量为 $I = mv - m(-v)$ ③。由①②③式得 $I_1 = 2m\sqrt{2gh(1-\mu\cot\theta)}$ ④。设小物块碰撞后沿斜面向上运动的加速度大小为 a'，依牛顿第二定律有 $mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta = ma'$ ⑤。小物块沿斜面向上运动的最大高度为 $h' = \frac{v^2}{2a'}\sin\theta$ ⑥。由②⑤⑥式得 $h' = k^2 h$ ⑦，式中 $k = \sqrt{\frac{\tan\theta-\mu}{\tan\theta+\mu}}$ ⑧。同理，小物块再次与挡板碰撞所获得的冲量 $I' = 2m\sqrt{2gh'}(1-\mu\cot\theta)$ ⑨。由④⑦⑨式得 $I' = kI$ ⑩。由此可知，小物块前 4 次与挡板碰撞所获得的冲量成等比级数，首项为 $I_1 = 2m\sqrt{2gh_0(1-\mu\cot\theta)}$（11）。总冲量为 $I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = I_1(1+k+k^2+k^3)$（12）。由 $1 + k + k^2 + \cdots + k^{n-1} = \frac{1-k^n}{1-k}$（13），得 $I = \frac{1-k^4}{1-k}\cdot 2m\sqrt{2gh_0(1-\mu\cot\theta)}$（14）。代入数据得 $I = 0.4(3+\sqrt{6})\,\mathrm{N\cdot s}$（15）。