

理科综合能力测试

第I卷

二、选择题（本题共8小题。在每小题给出的四个选项中，有的只有一个选项正确，有的有多个选项正确，全部选对的得6分，选对但不全的得3分，有选错的得0分）

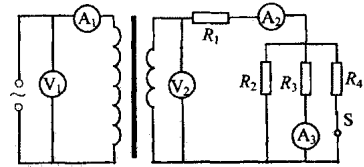
14. 下列说法正确的是

- 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

15. 下列说法正确的是

- 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

16. 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 和为理想电流表，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

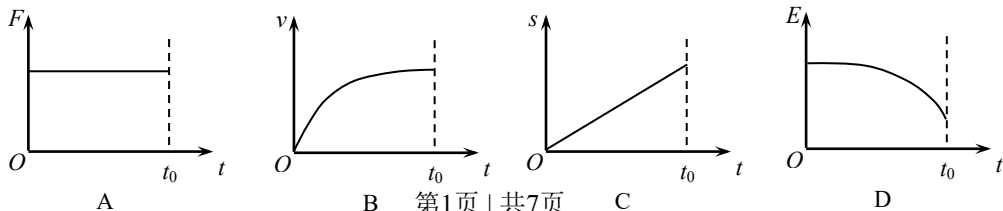


- A. U_2 变小、 I_3 变小
- B. U_2 不变、 I_3 变大
- C. I_1 变小、 I_2 变小
- D. I_1 变大、 I_2 变大

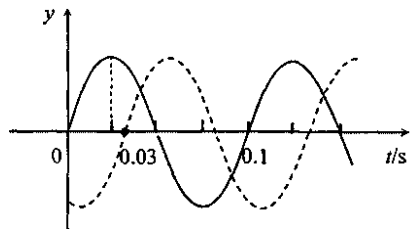
17. 在沿水平方向的匀强磁场中，有一圆形金属线圈可绕沿其直径的竖直轴自由转动。开始时线圈静止，线圈平面与磁场方向既不平行也不垂直，所成的锐角为 α 。在磁场开始增强后的一个极短时间内，线圈平面

- 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

18. 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



19. 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

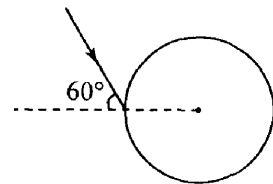


- A. 此列波的频率一定是 10Hz
- B. 此列波的波长一定是 0.1m
- C. 此列波的传播速度可能是 34 m/s
- D. a 点一定比 b 点距波源近

20. 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 $6.4 \times 10^6\text{m}$ ，利用地球同步卫星与地球表面的距离为 $3.6 \times 10^7\text{m}$ 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

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

21. 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



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

第II卷

本卷共10题，共174分。

22. (17分)

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1所示。图2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。

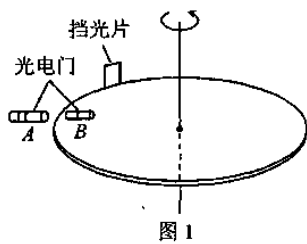


图1

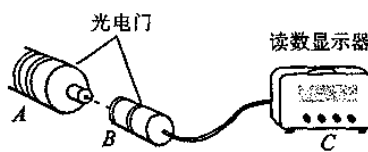


图2

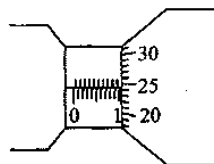


图3

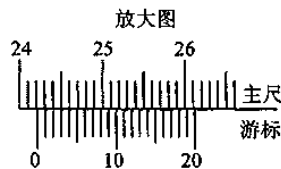


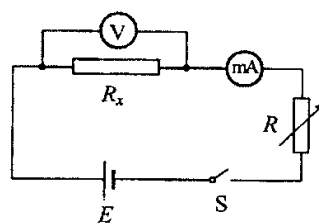
图4

挡光片的宽度用螺旋测微器测得，结果如图3所示。圆盘直径用游标卡尺测得，结果如图4所示。由图可知，

- (1) 挡光片的宽度为 _____ mm。
- (2) 圆盘的直径为 _____ 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_____弧度/秒(保留3位有效数字)。

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40Ω; (mA) 为电流表, 内阻为50Ω。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 $U=1.6\text{V}$, 电流表读数 $I=2.0\text{mA}$

。若将 $R_x = \frac{U}{I}$ 作为测量值, 所得结果的百分误差是_____。

(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_____。

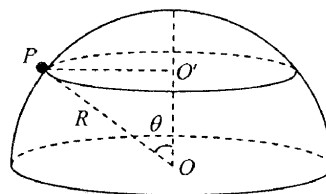
$$\text{百分误差} = \left| \frac{\text{实际值} - \text{测量值}}{\text{实际值}} \right| \times 100\%$$

23. (16分)

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?

24. (19分)

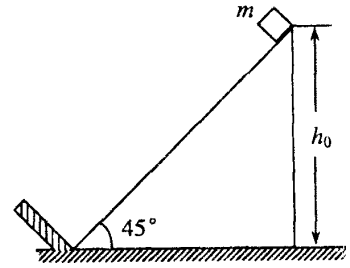
如图, 一半径为R的光滑绝缘半球面开口向下, 固定在水平面上。整个空间存在匀强磁场, 磁感应强度方向竖直向下。一电荷量为q ($q>0$)、质量为m的小球P在球面上做水平的匀速圆周运动, 圆心为O'。球心O到该圆周上任一点的连线与竖直方向的夹角为 θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$)。为了使小球能够在该圆周上运动, 求磁感应强度大小的最小值及小球P相应的速率。重力加速度为g。



25. (20分)

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 $h_0 = 1\text{m}$, 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 $m=0.09\text{kg}$ 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 $g=10\text{ m/s}^2$ 。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？



理科综合能力测试参考答案

二、选择题：

14. D 15. A 16. BC 17. B 18. AD 19. AC 20. B 21. C

第II卷共10题，共174分。

22. (7分)

I. (1) 10.243 (2) 24.220 (3) 1.69

II. (1) 20% (2) 5%

23. (6分)

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

$$s_A = v_A t_0 \quad (1)$$

$$s_B = v_B t + \frac{1}{2} a t^2 + (v_B + a t)(t_0 - t) \quad (2)$$

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

$$s_A = s_B + s \quad (3)$$

式中 $s=84\text{ m}$ 。由①②③式得

$$t^2 - 2t_0 t + \frac{2[(v_B - v_A)t_0 - s]}{a} = 0 \quad (4)$$

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

$$t^2 - 24t + 108 = 0 \quad (5)$$

式中 t 的单位为s。解得

$$t_1=6\text{ s}, t_2=18\text{ s} \quad (6)$$

$t_2=18\text{s}$ 不合题意，舍去。因此，B车加速行驶的时间为6s。

24. (19分)

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

$$f=qvB \quad (1)$$

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

$$N \cos \theta - mg = 0 \quad (2)$$

$$f - N \sin \theta = m \frac{v^2}{R \sin \theta} \quad (3)$$

由①②③式得

$$v^2 - \frac{qBR \sin \theta}{m} v + \frac{qR \sin^2 \theta}{\cos \theta} = 0 \quad (4)$$

由于 v 是实数，必须满足

$$\Delta = \left(\frac{qBR \sin \theta}{m} \right)^2 - \frac{4gR \sin^2 \theta}{\cos \theta} \geq 0 \quad (5)$$

由此得

$$B \geq \frac{2m}{q} \sqrt{\frac{g}{R \cos \theta}} \quad (6)$$

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

$$B_{\min} = \frac{2m}{q} \sqrt{\frac{g}{R \cos \theta}} \quad (7)$$

此时，带电小球做匀速圆周运动的速率为

$$v = \frac{qB_{\min} R \sin \theta}{2m} \quad (8)$$

由⑦⑧式得

$$v = \sqrt{\frac{gR}{\cos \theta}} \sin \theta \quad (9)$$

25. (20分)

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

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \mu mg \cos \theta \frac{h}{\sin \theta} \quad (1)$$

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

$$I = mv - m(-v) \quad (2)$$

设碰撞后小物块所能达到的最大高度为 h' ，则

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh' + \mu mg \cos \theta \frac{h'}{\sin \theta} \quad (3)$$

同理，有

$$mgh' = \frac{1}{2}mv'^2 + \mu mg \cos \theta \frac{h'}{\sin \theta} \quad (4)$$

$$I' = mv' - m(-v') \quad (5)$$

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

$$I' = kI \quad (6)$$

$$\text{式中 } k = \sqrt{\frac{\tan \theta - \mu}{\tan \theta + \mu}} \quad (7)$$

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

$$I_1 = 2m\sqrt{2gh_0(1 - \mu \cot \theta)} \quad (8)$$

总冲量为

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = I_1(1 + k + k^2 + k^3) \quad (9)$$

$$\text{由 } 1+k+k^2+\dots+k^{n-1}=\frac{1-k^n}{1-k} \quad (10)$$

$$\text{得 } I=\frac{1-k^4}{1-k}2m\sqrt{2gh_0(1-\mu\cot\theta)} \quad (11)$$

$$\text{代入数据得 } I=0.43(3+\sqrt{6})\text{ N}\cdot\text{s} \quad (12)$$

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

$$mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta=ma \quad (1)$$

设小物块与挡板碰撞前的速度为 v ，则

$$v^2=2a\frac{h}{\sin\theta} \quad (2)$$

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

$$I=mv-m(-v) \quad (3)$$

由①②③式得

$$I_1=2m\sqrt{2gh(1-\mu\cot\theta)} \quad (4)$$

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

$$mg\sin\theta-\mu mg\cos\theta=ma' \quad (5)$$

小物块沿斜面向上运动的最大高度为

$$h'=\frac{v^2}{2a'}\sin\theta \quad (6)$$

$$\text{由②⑤⑥式得 } h'=k^2h \quad (7)$$

$$\text{式中 } k=\sqrt{\frac{\tan\theta-\mu}{\tan\theta+\mu}} \quad (8)$$

同理，小物块再次与挡板碰撞所获得的冲量

$$I'=2m\sqrt{2gh'(1-\mu\cot\theta)} \quad (9)$$

$$\text{由④⑦⑨式得 } I'=kI \quad (10)$$

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

$$I_1=2m\sqrt{2gh_0(1-\mu\cot\theta)} \quad (11)$$

$$\text{总冲量为 } I=I_1+I_2+I_3+I_4=I_1(1+k+k^2+k^3) \quad (12)$$

$$\text{由 } 1+k+k^2+\dots+k^{n-1}=\frac{1-k^n}{1-k} \quad (13)$$

$$\text{得 } I=\frac{1-k^4}{1-k}2m\sqrt{2gh_0(1-\mu\cot\theta)} \quad (14)$$

$$\text{代入数据得 } I=0.43(3+\sqrt{6})\text{ N}\cdot\text{s} \quad (15)$$

选择填空解析

二、选择题（本题共8小题。在每个小题给出的四个选项中，有的只有一个选项正确，有的有多个选项正确，全部选对的得6分，选对但不全的得3分，有选错的得0分）

14、D

解析：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。

15、A

解析： 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。

16、BC

解析：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。

17、B

解析：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，所以将向使减小的方向转动。

18、AD

解析：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，，，所以B、C错；物体受摩擦力作用，总的机械能将减小，D正确。

19、AC

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

20、B

解析：由开普勒行星运动定律可知，恒量，所以， 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（24h），代入数据得： $t_1=1.6h$ 。

21、C

解析：如图，为光线在玻璃球内的光路图。A、C为折射点，B为反射点，作OD平行于入射光线，故，所以，玻璃的折射率。

22、I（1）10.243

（2）24.220

（3）1.69

II（1）20%

（2）5%

解析：I 由螺旋测微器与游标卡尺的读数规则可得两者的读数。 mm， mm=24.220cm。

圆盘转动的角速度为，而，综合两式并代入数据可得： rad/s。

II（1）测量值为，因电流表外接，所以，故真实值为，对应的百分误差。

（2）电流表内接时，百分误差。