



物 理

2023.7

(考试时间 90 分钟 满分 100 分)

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 下列表示能量单位的是

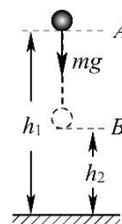
- A. $\text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}$ B. $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$ C. N / m D. $\text{N} \cdot \text{m}$

2. 下列运动过程机械能不守恒的是

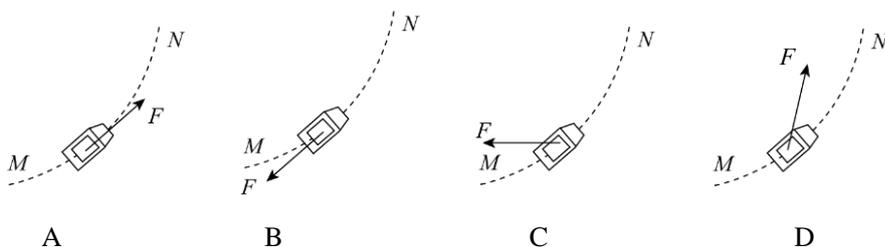
- A. 物体做平抛运动 B. 物体沿竖直方向做匀速直线运动
C. 物体做自由落体运动 D. 物体沿固定的光滑斜面下滑

3. 如图所示，质量为 m 的物体由 A 点竖直向下运动到 B 点。已知 A 点距离地面的高度为 h_1 ， B 点距离地面的高度为 h_2 ，重力加速度为 g 。则在此过程中，重力势能的变化量 ΔE_p 等于

- A. $mg h_1$ B. $mg h_2$
C. $mg(h_2 - h_1)$ D. $mg(h_1 + h_2)$



4. 一辆赛车在水平路面上减速转弯，从俯视图中可以看到赛车沿曲线由 M 向 N 行驶。下面四幅图中分别画出了赛车转弯时所受合力 F 的方向，可能正确的是



5. 关于行星运动的规律，下列说法符合史实的是

- A. 开普勒在天文观测数据的基础上，总结出了行星运动的规律
B. 开普勒在牛顿定律的基础上，导出了行星运动的规律
C. 开普勒总结出了行星运动的规律，找出了行星按照这些规律运动的原因
D. 开普勒总结出了行星运动的规律，发现了万有引力定律

6. 一个物体静止在水平粗糙地面上。第一次用斜向上的力拉物体，如图 1 所示；第二次用斜向下的力推物体，如图 2 所示。两次力的大小相等，力的作用线与水平方向的夹角也相等，物体均做匀加速直线运动，位移的大小也相等。下列说法正确的是

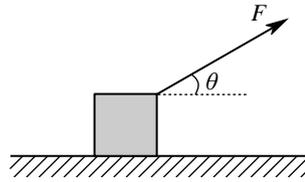


图 1

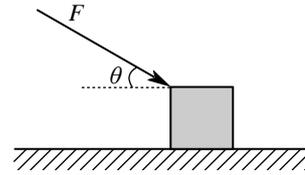
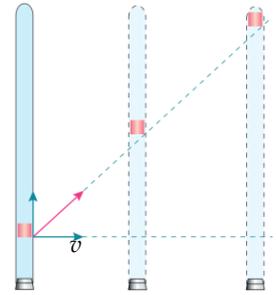


图 2

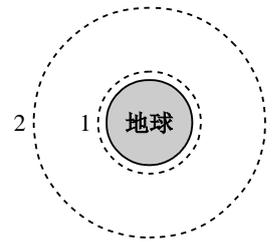
- A. 力 F 对物体做的功相等, 合外力对物体做的功也相等
- B. 力 F 对物体做的功相等, 合外力对物体做的功不相等
- C. 力 F 对物体做的功不相等, 合外力对物体做的功相等
- D. 力 F 对物体做的功不相等, 合外力对物体做的功也不相等

7. 如图所示, 竖直放置的两端封闭的玻璃管中注满清水, 内有一个红蜡块能在水中上浮且速度保持不变。在红蜡块从玻璃管的下端匀速上浮的同时, 使玻璃管以速度 v 水平向右匀速运动。红蜡块由管口上升到顶端, 所需时间为 t , 相对地面通过的路程为 L 。则下列说法正确的是



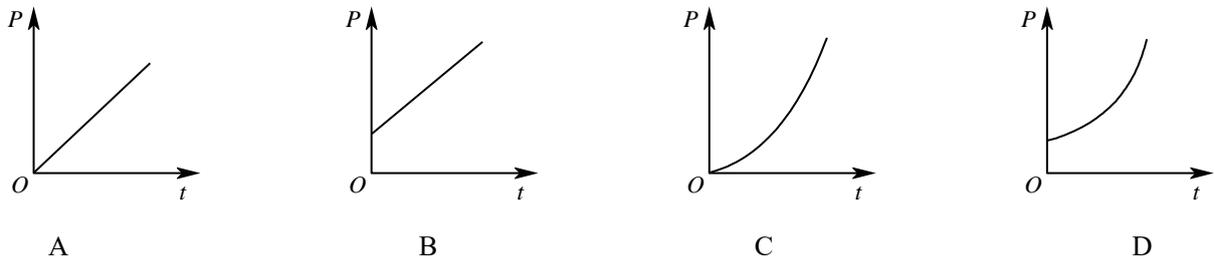
- A. v 增大时, t 减小
- B. v 增大时, t 增大
- C. v 增大时, L 减小
- D. v 增大时, L 增大

8. “北斗卫星导航系统”是中国自行研制的全球卫星导航系统, 同步卫星是其重要组成部分。如图所示, 发射同步卫星时, 可以先将卫星发射至近地圆轨道 1, 然后经过一系列的变轨过程, 将卫星送入同步圆轨道 2。卫星在轨道 1、轨道 2 上的运动均可视为匀速圆周运动, 在轨道 1 上运动的速率为 v_1 、周期为 T_1 , 在轨道 2 上运动的速率为 v_2 、周期为 T_2 。下列关系正确的是

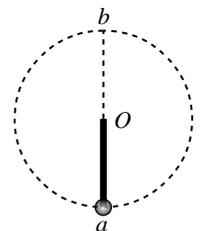


- A. $v_1 > v_2, T_1 > T_2$
- B. $v_1 > v_2, T_1 < T_2$
- C. $v_1 < v_2, T_1 > T_2$
- D. $v_1 < v_2, T_1 < T_2$

9. $t=0$ 时刻, 以一定初速度水平抛出一个小球, 小球重力做功的瞬时功率为 P 。不计空气阻力, 下图能正确反映 P 随时间 t 变化情况的是



10. 如图所示, 轻杆的一端固定一小球, 另一端可绕过 O 点的水平轴自由转动。现给小球一初速度, 使它在竖直平面内做圆周运动, 图中 a 、 b 分别表示小球轨迹的最低点和最高点。关于杆对球的作用力, 下列说法正确的是



- A. a 处一定为拉力
- B. a 处一定为推力



C. b 处一定为拉力

D. b 处一定为推力

11. 如图 1 所示, 某人站在力传感器上, 从直立静止起, 做“下蹲-起跳”动作, 图 1 中的“ \bullet ”表示人的重心。图 2 是由力传感器画出的 $F-t$ 图线, 其中 1~4 各点对应着图 1 中 1~4 四个状态和时刻, 从 1~4 人的重心上升的高度为 0.5 m。取重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。下列说法正确的是

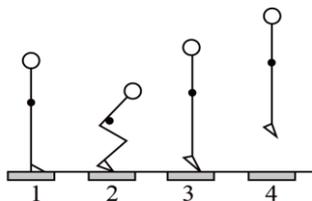


图 1

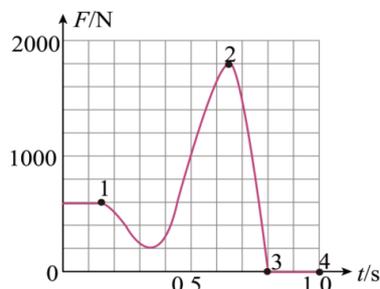
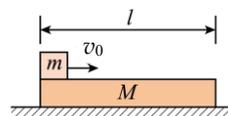


图 2

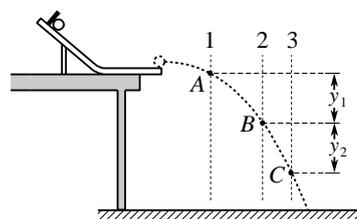
- A. 1~4 的过程中, 人做功为 300 J
 B. 2~3 的过程中, 支持力做正功
 C. 人上升的最大加速度为 15 m/s^2
 D. 人在下蹲阶段达到最大速度的时刻约为 0.45 s

12. 如图所示, 一质量为 M 、长为 l 的木板静止在光滑水平桌面上, 另一质量为 m 的小物块 (可视为质点) 从木板上的左端以速度 v_0 开始运动。已知物块与木板间的滑动摩擦力大小为 f , 当物块从木板右端离开时



- A. 木板的动能一定等于 fl
 B. 木板的动能一定小于 fl
 C. 物块的动能一定等于 $\frac{1}{2}mv_0^2 - fl$
 D. 物块的动能一定大于 $\frac{1}{2}mv_0^2 - fl$

13. 探究平抛运动特点的实验装置如图所示。某同学设想在小球下落的空间中选取三个竖直平面 1、2、3, 平面与斜槽所在的平面垂直。小球从斜槽末端水平飞出, 运动轨迹与平面 1、2、3 的交点依次为 A 、 B 、 C 。小球由 A 运动到 B , 竖直位移为 y_1 , 速度的变化量为 Δv_1 , 动能的变化量为 ΔE_{k1} ; 小球由 B 运动到 C , 竖直位移为 y_2 , 速度的变化量为 Δv_2 , 动能的变化量为 ΔE_{k2} 。忽略空气阻力的影响, 若 $y_1 = y_2$, 下列关系式正确的是



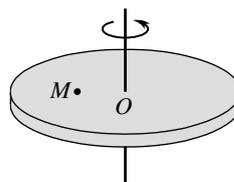
- A. $\Delta v_1 > \Delta v_2$, $\Delta E_{k1} > \Delta E_{k2}$
 B. $\Delta v_1 = \Delta v_2$, $\Delta E_{k1} = \Delta E_{k2}$
 C. $\Delta v_1 > \Delta v_2$, $\Delta E_{k1} = \Delta E_{k2}$
 D. $\Delta v_1 < \Delta v_2$, $\Delta E_{k1} < \Delta E_{k2}$

14. 在匀加速直线运动中, 我们用加速度 a 描述速度 v 的变化快慢。与之类似, 在匀加速圆周运动中可以引入角加速度 β 来描述角速度 ω 的变化快慢。



如图所示， M 是水平圆盘上的一个点，它与圆心 O 间的距离为 r 。圆盘由静止开始绕过 O 点的竖直转轴匀加速转动，经过时间 t ， M 点的线速度为 v ，则这段时间内 M 点的角加速度 β 和转过的角度 θ 分别为

- A. $\beta = \frac{v}{tr}$, $\theta = \frac{vt}{r}$ B. $\beta = \frac{v}{tr}$, $\theta = \frac{vt}{2r}$
 C. $\beta = \frac{2v}{tr}$, $\theta = \frac{vt}{r}$ D. $\beta = \frac{2v}{tr}$, $\theta = \frac{vt}{2r}$



第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15. (9 分)

如图所示是探究向心力的大小 F 与质量 m 、角速度 ω 和半径 r 之间的关系的实验装置。转动手柄，可使两侧变速塔轮以及长槽和短槽随之匀速转动。皮带分别套在左右两塔轮上的不同圆盘上，可使两个槽内的小球分别以各自的角速度做匀速圆周运动，其向心力由挡板对小球的支持力提供，球对挡板的反作用力使弹簧测力筒下降，从而露出标尺，根据标尺上露出的红白相间等分标记，可以粗略计算出两个球所受向心力的比值。

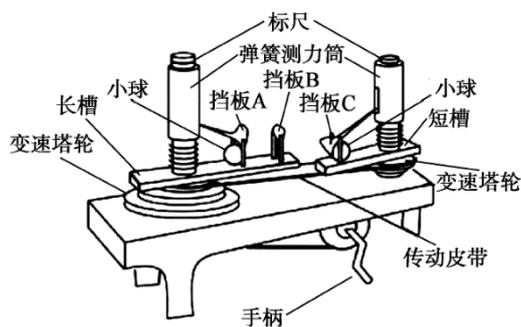


图 1

(1) 在探究向心力的大小 F 与角速度 ω 的关系时，要保持_____相同。

- A. ω 和 r B. ω 和 m C. m 和 r D. m 和 F

(2) 下列实验中，利用到控制变量法的是_____。

- A. 探究两个互成角度的力的合成规律
 B. 探究加速度与物体受力、物体质量的关系
 C. 探究平抛运动的特点

(3) 某同学利用图 2 所示的装置探究滑块做圆周运动时向心力和周期的关系。力传感器可记录细线对滑块拉力 F 的大小，光电门可记录滑块做圆周运动的周期 T ，获得多组数据，画出了如图 3 所示的线性图像，则图像横坐标 x 代表的是_____。

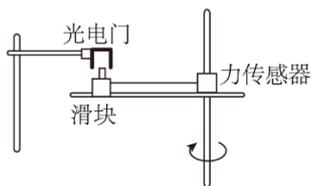


图2

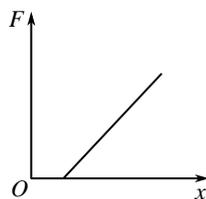


图3

- A. T B. $\frac{1}{T}$ C. T^2 D. $\frac{1}{T^2}$

(4) 图 3 中的图线没有通过坐标原点，其原因是_____。



16. (9分)

某同学利用图 1 所示的实验装置验证机械能守恒定律，打点计时器接在频率为 50 Hz 的交流电源上。使重物自由下落，打点计时器在随重物下落的纸带上打下一系列点迹。

挑出点迹清晰的一条纸带，依次标出计数点 1, 2, …, 6, 相邻计数点之间还有 1 个计时点。

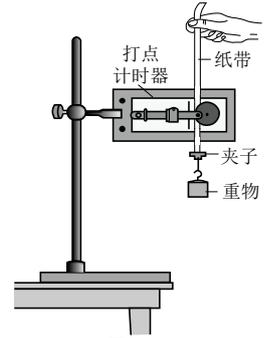


图 1

(1) 关于本实验，下列说法正确的是_____。

- A. 重物的体积越大越好
- B. 实验前必需用天平测出重物的质量
- C. 实验时先通电，打点稳定后再释放纸带

(2) 为验证机械能是否守恒，需要比较重物下落过程中任意两点间的_____。

- A. 动能变化量与势能变化量
- B. 速度变化量和势能变化量
- C. 速度变化量和高度变化量

(3) 图 2 为纸带的一部分，打点 3 时，重物下落的速度 $v_3 =$ _____ m/s (结果保留 3 位有效数字)。

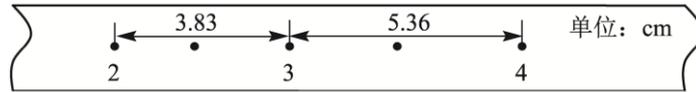


图 2

(4) 某同学在家里做“验证机械能守恒定律”的实验，他设计的实验装置如图 3 所示，用细线的一端系住一个较重的小铁锁(可看成质点)，另一端缠系在一支笔上，将笔放在水平桌面的边上(记为 O 点)，用较重的书压住。将铁锁拉至与桌面等高处(细线拉直)，然后由静止释放。在笔的正下方某合适位置放一小刀，铁锁经过时，细线立即被割断，铁锁继续向前运动，落在水平地面上。该同学测得铁锁静止悬挂时到地面的距离为 h ，笔到铁锁的距离为 l ，笔到铁锁落地点的水平距离为 s ，若满足 $s^2 =$ _____ (用 l 和 h 表示)，即可验证铁锁从释放至运动到笔正下方的过程机械能守恒。

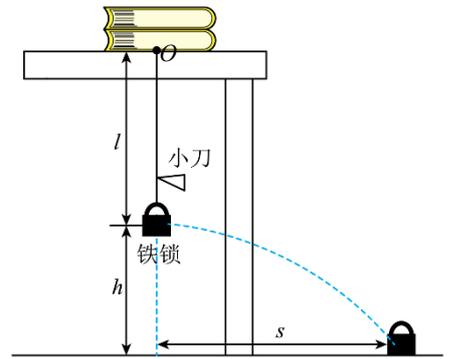
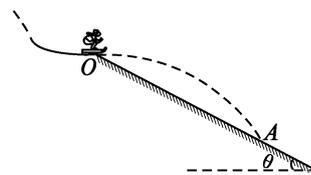


图 3

17. (9分)

如图所示，跳台滑雪运动员经过一段加速滑行后从 O 点水平飞出，最终落到斜坡上的 A 点。已知起点 O 与 A 点间的距离 $L = 75 \text{ m}$ ，斜坡与水平面的夹角 $\theta = 37^\circ$ ，运动员的质量 $m = 50 \text{ kg}$ 。不计空气阻力。(取 $\sin 37^\circ = 0.60$ ， $\cos 37^\circ = 0.80$ ， $g = 10 \text{ m/s}^2$) 求：

- (1) 运动员在空中运动的时间 t ；
- (2) 运动员离开 O 点时速度 v 的大小；
- (3) 运动员落到 A 点时的动能 E_k 。





18. (9分)

一卫星绕地球做匀速圆周运动，轨道半径为 r 。已知地球质量为 M ，半径为 R ，引力常量为 G 。

- (1) 求卫星运动的周期 T ;
- (2) 求地球第一宇宙速度的大小 v_1 ;
- (3) 若地球自转的周期为 T_0 ，求地球表面赤道处重力加速度的大小 g 。

19. (10分)

如图 1 所示，一同学荡秋千，秋千由踏板和两根绳子构成，人在秋千上的摆动过程可以简化为“摆球”的摆动，如图 2 所示。“摆球”质心与悬点间的距离称为摆长，绳与竖直方向的夹角称为摆角。已知“摆球”质量为 m ，重力加速度大小为 g 。不计绳子的质量，不计空气阻力。



图 1

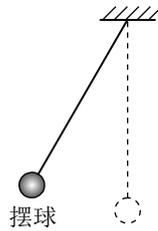


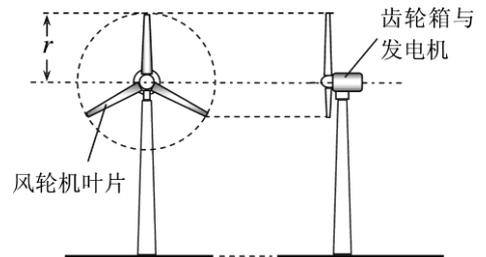
图 2

- (1) 已知摆长为 l ，“摆球”通过最低点时的速度为 v 。
 - a. 求“摆球”通过最低点时受到拉力的大小 F ;
 - b. 请分析说明：“摆球”在向下摆动的过程中受到的拉力逐渐变大。
- (2) 在没有别人帮助的情况下，人可以通过在低处站起、在高处蹲下的方式使“摆球”摆得越来越高。人蹲在踏板上从最大摆角 θ_1 开始运动，到最低点时突然站起，此后保持站立姿势摆到另一边的最大摆角为 θ_2 。已知人蹲在踏板上时摆长为 l_1 ，人站立时摆长为 l_2 。假定人在最低点站起前后“摆球”摆动速度大小不变，求人在最低点站起过程中所做的功 W 。

20. (12分)

利用物理模型对问题进行分析，是重要的科学思维方法。

- (1) 一辆汽车在平直的公路上由静止开始启动，设发动机的额定功率为 P_0 ，在行驶过程中汽车所受阻力 f 的大小不变，求汽车所能达到的最大速度 v_m 。
- (2) 某地有一风力发电机（如图所示），它的叶片转动时可形成半径为 r 的圆面。某段时间内该地区的风速是 v ，风向恰好跟叶片转动的圆面垂直。已知空气的密度为 ρ ，假如这个风力发电机能将空气动能转化为电能的效率为 η 。求此风力发电机发电的功率 P 。
- (3) 《流浪地球》激发了人们无数的幻想。设想地球逃离太阳



风力发电机示意图



系后绕另一恒星公转，且在新公转轨道上的温度与“流浪”前一样，人类就能得以继续繁衍生息。若已知此恒星单位时间内向外辐射的能量是太阳的4倍。

- a. 若地球绕太阳公转的半径为 r_1 ，地球绕此恒星公转的半径为 r_2 ，求 $\frac{r_1}{r_2}$ ；
- b. 已知此恒星质量是太阳质量的2倍，地球绕太阳公转的周期为 T_1 ，地球绕此恒星公转的周期为 T_2 ，求 $\frac{T_1}{T_2}$ 。

(考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效)



参考答案

第一部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。

- | | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| 1. D | 2. B | 3. C | 4. C |
| | 5. A | | |
| 6. B | 7. D | 8. B | 9. A |
| | 10. A | | |
| 11. D | 12. B | 13. C | 14. B |

第二部分共 6 题，共 58 分。

15. (9 分)

- (1) C
 (2) B
 (3) D
 (4) 滑块受到摩擦力的作用

16. (9 分)

- (1) C
 (2) A
 (3) 1.15
 (4) $4hl$

17. (9 分)

(1) 运动员从 O 点水平飞出后在竖直方向有

$$L \sin \theta = \frac{1}{2} g t^2$$

解得

$$t = \sqrt{\frac{2L \sin \theta}{g}} = 3.0 \text{ s}$$

(2) 运动员从 O 点水平飞出后在水平方向有

$$v = \frac{L \cos \theta}{t} = 20 \text{ m/s}$$

(3) 根据机械能守恒定律有

$$E_k = mgL \sin \theta + \frac{1}{2} m v^2 = 3.25 \times 10^4 \text{ J}$$

18. (9 分)

(1) 设卫星的质量为 m ，根据万有引力定律和牛顿第二定律有

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 r$$



解得
$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$$

(2) 假设一近地轨道卫星的质量为 m_1 ，根据万有引力定律和牛顿第二定律有

$$G \frac{Mm_1}{R^2} = m_1 \frac{v_1^2}{R}$$

解得
$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

(3) 假设在赤道表面有一个质量为 m_2 的物体随地球一起做匀速圆周运动，万有引力的分力提供向心力，则有

$$G \frac{Mm_2}{R^2} = m_2 \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 R + m_2 g$$

解得
$$g = \frac{GM}{R^2} - \frac{4\pi^2 R}{T_0^2}$$

19. (10分)

(1) a. 根据牛顿第二定律有

$$F - mg = m \frac{v^2}{l}$$

解得
$$F = m\left(g + \frac{v^2}{l}\right)$$

b. 设在“摆球”向下摆动的过程中，某时刻速度的大小为 u 、摆角为 θ 、受到的拉力为 T 。根据牛顿第二定律有

$$T - mg \cos \theta = m \frac{u^2}{l}$$

所以
$$T = m \frac{u^2}{l} + mg \cos \theta$$

在“摆球”向下摆动的过程中，“摆球”的重力势能逐渐减小，动能逐渐增大，可知“摆球”速度的大小 u 逐渐增大，又因为摆角 θ 逐渐减小，所以由上式可知，拉力 T 逐渐增大。

(2) 方法一：

在“摆球”从最大摆角 θ_1 处运动到另一边最大摆角 θ_2 处，根据功能关系有

$$W = mg(l_1 \cos \theta_1 - l_2 \cos \theta_2)$$

方法二：

因为在最低点站起的过程中“摆球”的速度不变，即动能不变，所以根据功能关系有

$$W = mg(l_1 - l_2)。$$

20. (12分)

(1) 当汽车达到最大速度 v_m 时，汽车所受的牵引力 $F = f$

又因为
$$P_0 = Fv_m$$

所以
$$v_m = \frac{P_0}{f}$$

(2) 风轮机叶片转动形成的圆面面积 $S = \pi r^2$



时间 t 内通过圆面的空气体积 $V = Sv t = \pi r^2 vt$

其质量 $m = \rho V = \rho \pi r^2 vt$

其动能 $E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \rho \pi r^2 v^3 t$

转化成的电能 $E = \eta E_k = \frac{1}{2} \eta \rho \pi r^2 v^3 t$

风力发电机发电的功率 $P = \frac{E}{t} = \frac{1}{2} \eta \rho \pi r^2 v^3$

- (3) a. 设太阳单位时间辐射的能量为 P ，则恒星单位时间辐射的能量为 $4P$ ，地球接收能量的有效面积为 S_0 。

当地球绕太阳公转时单位时间接收到的能量 $P_1 = \frac{PS_0}{4\pi r_1^2}$

当地球绕恒星公转时单位时间接收到的能量 $P_2 = \frac{4PS_0}{4\pi r_2^2}$

由题意可知 $P_1 = P_2$ ，联立上面两式可得 $\frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{2}$

- b. 设恒星质量为 M ，地球质量为 m ，轨道半径为 r ，周期为 T ，根据万有引力定律和牛顿第二定律有

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r, \text{ 可得 } T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}。$$

由上式可知 $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{r_1^3}{r_2^3} \cdot \frac{M_2}{M_1}} = \frac{1}{2}$