

北京市 2016 年朝阳高三物理一模试题解析

2016.4

优能中学部&优能一对一高中物理教研组

第一部分 (选择题共 120 分)

本部分共 20 小题，每小题 6 分，共 120 分。在每小题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

13. 下列说法正确的是

- A. 物体的温度升高，物体内所有分子热运动的速率都增大
- B. 物体的温度升高，物体内分子的平均动能增大
- C. 物体吸收热量，其内能一定增加
- D. 物体放出热量，其内能一定减少

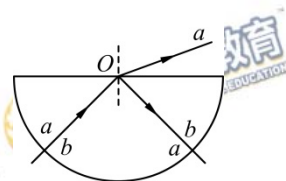
答案: B

考察: 热学

解析: 随着物体温度的升高，物体内分子的平均速率、平均动能增大，但是不是每一个分子的热运动速率都增大，故 A 错误 B 正确；物体的内能变化是与物体吸热或放热有关，还与做功有关，因此只有吸热或放热，没有说明做功情况，无法判断内能变化，故 C、D 均错误。

14. a 、 b 两种单色光以相同的入射角从半圆形玻璃砖的圆心 O 射向空气，其光路如图所示。下列说法正确的是

- A. a 光由玻璃射向空气发生全反射时的临界角较小
- B. 该玻璃对 a 光的折射率较小
- C. b 光的光子能量较小
- D. b 光在该玻璃中传播的速度较大



答案: B

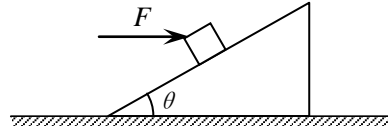
考察: 光学

解析: 从玻璃射入空气中会发生全反射现象，由光路图可知， a 、 b 光入射角相同，在分界面上 a 光发生反射及折射，而 b 光发生全反射，因此 a 光的折射率小于 b 光折射率，故 B 正确； a 光折射率小，因此 a 光发生全反射的临界角大，

故 A 错误； b 光折射率大，则 b 光在玻璃中的传播速度小， b 光的波长小， b 光的光子能量大，故 C、D 均错误。

15. 如图所示，倾角 $\theta=30^\circ$ 的光滑斜面固定在水平面上，重为 G 的物块在水平向右的推力 F 作用下，沿斜面向上匀速运动，斜面对物块的支持力为 N 。下列关系正确的是

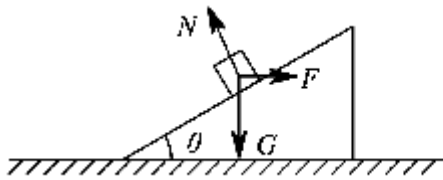
- A. $F > G$
- B. $F = G$
- C. $N > G$
- D. $N < G$



答案：C

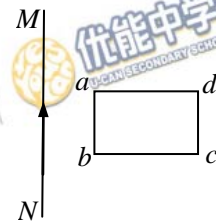
考察：受力分析

解析：对物块进行受力分析，如图所示，物块受到竖直向下的重力、水平向右的推力以及垂直于斜面向上的支持力，光滑斜面没有摩擦，三力平衡可画出力的三角形，根据力的三角形可知 $F < G < N$ ，故 C 正确。



16. 如图所示，通电直导线 MN 与矩形金属线框 $abcd$ 位于同一平面内，导线中的电流方向如图所示。若导线中的电流增大，下列说法正确的是

- A. 穿过线框的磁通量始终为零
- B. 穿过线框的磁通量变小
- C. ab 边感应电流的方向为 $b \rightarrow a$
- D. ab 边受到的安培力方向向右



答案：D

考察：电磁感应

解析：根据右手螺旋定则可判断出，该直导线 MN 在其右侧产生的磁场方向垂

直于纸面向里，导线电流增大，原磁场磁感应强度增强，穿过线框的磁通量增大，故 A、B 均错误；线框中磁通量增大，感应电流产生的磁场阻碍原磁场磁通量的变化，感应磁场方向为垂直纸面向外，根据右手螺旋定则，线框中感应电流方向为逆时针，即 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$ ，故 C 错误；根据感应电流方向及左手定则可判断出，线框 ab 边在原磁场中受到的安培力方向向右，故 D 正确。

17. 图 1 为一列简谐横波在 $t=0$ 时刻的波形图， P 是平衡位置在 $x=1.0\text{m}$ 处的质点， Q 是平衡位置在 $x=4.0\text{m}$ 处的质点；图 2 为质点 Q 的振动图像。下列说法正确的是

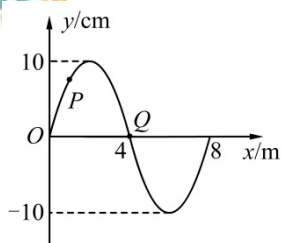


图 1

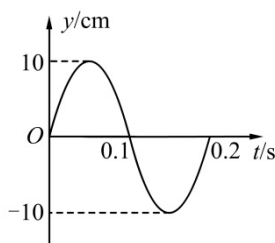


图 2

- A. $t=0$ 时质点 Q 向 y 轴负方向运动
- B. 从 $t=0$ 时起，质点 Q 比质点 P 先到达波谷
- C. 在 $0 \sim 0.1\text{s}$ 内，该波沿 x 轴正方向传播了 4m
- D. 在 $0 \sim 0.2\text{s}$ 内，质点 Q 通过的路程为 8m

答案：C

考察：机械振动机械波

解析：由振动图像可以看出 $t = 0$ 时刻质点 Q 沿 y 轴正方向运动，A 错误；结合波动图像可以判断，波沿 x 轴正方向传播，因此， P 质点当前时刻正在沿 y 轴负方向运动，故 P 比 Q 先到达波谷，B 错误；由波动图像可得，波长

$\lambda = 8\text{m}$ $v = \frac{\lambda}{T} = 40\text{m/s}$ ，在 $t=0.1\text{s}$ 内，波传播 $x = vt = 4\text{m}$ ，C 正确；在 $0 \sim 0.2\text{s}$

内，质点 Q 完成一次全振动，通过路程为 40cm ，D 错误。

18. 万有引力定律是科学史上最伟大的定律之一，利用它我们可以进行许多分析和预测。2016 年 3 月 8 日出现了“木星冲日”。当地球位于太阳和木星之间

且三者几乎排成一条直线时，天文学称之为“木星冲日”。木星与地球几乎在同一平面内沿同一方向绕太阳近似做匀速圆周运动，木星到太阳的距离大约是地球到太阳距离的5倍。下列说法正确的是

- A. 木星运行的加速度比地球的大
- B. 木星运行的周期比地球的小
- C. 下一次的“木星冲日”时间肯定在2017年
- D. 下一次的“木星冲日”时间肯定在2018年

答案：C

考察：天体

解析：设太阳质量为 M ；质量为 m 的行星，轨道半径为 r ，周期为 T ，加速度

为 a 。对行星由牛顿第二定律可得： $\frac{GMm}{r^2} = ma = m \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ 得 $a = \frac{GM}{r^2} T = \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ 因

此，木星运行的加速度比地球小，木星运行周期比地球大，A、B错误。地球公转周期 $T_1 = 1$ 年，木星公转周期 $T_2 = \sqrt{125}T_1 \approx 11.18$ 年。设经时间 t ，再次出现土

星冲日，则 $\omega_1 t - \omega_2 t = 2\pi$ ，其中 $\omega_1 = \frac{2\pi}{T_1}$ $\omega_2 = \frac{2\pi}{T_2}$ 得 $t \approx 1.1$ 年，因此下一次土星冲

日发生在2017年，C正确，D错误。

19. 从1907年起，密立根就开始测量金属的遏止电压 U_c （即图1所示的电表中电流表的读数减小为零时夹在电极K、A之间的反向电压）与入射光的频率 ν ，由此算出普朗克常量 h ，并与普朗克根据黑体辐射得出的 h 相比较，以检验爱因斯坦光电效应方程的正确性。按照密立根的方法我们利用图1所示的装置进行实验，得到了某金属的 $U_c-\nu$ 图像如图2所示。已知元电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{C}$ 。下列说法正确的是

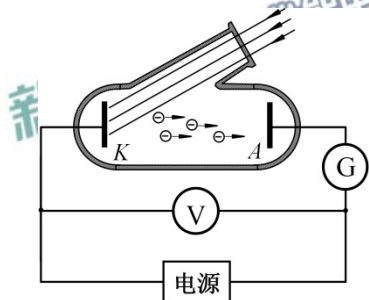


图1

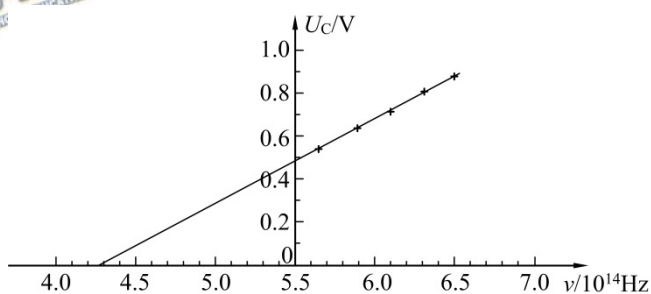


图2

- A. 该金属的截止频率约为 4.27×10^{14} Hz
- B. 该金属的截止频率约为 5.50×10^{14} Hz
- C. 该图线的斜率为普朗克常量
- D. 该图线的斜率为这种金属的逸出功

答案：A

考察：原子物理

解析：设金属的逸出功为 W_0 ，截止频率为 ν_c ，则 $W_0 = h\nu_c$ 。

光电子的最大初动能 E_k 与遏止电压 U_C 的关系是

$E_k = eU_C$ ，光电效应方程为 $E_k = h\nu - W_0$ 联立两式可得：

$U_C = \frac{h}{e}\nu - \frac{W_0}{e}$ ，故 $U_C \sim \nu$ 图像的斜率为 $\frac{h}{e}$ ，C、D 错误。当 $U_C = 0$ 时，可解

得 $\nu = \frac{W_0}{h} = \nu_c$ ，此时读图可知， $\nu \approx 4.3 \times 10^{14}$ Hz，即金属的截止频率约 4.3×10^{14} Hz，

在误差允许范围内，可以认为 A 正确；B 错误。

20. 今年是爱因斯坦发表广义相对论 100 周年。引力波是爱因斯坦在广义相对论中预言的，即任何物体加速运动时给宇宙时空带来的扰动，可以把它想象成水面上物体运动时产生的水波。引力波在空间传播的方式与电磁波类似，以光速传播，携带有一定能量，并有两个独立的偏振态。

引力波探测是难度最大的尖端技术之一，因为只有质量非常大的天体加速运动时才会产生较容易探测的引力波。2016 年 2 月 11 日，美国激光干涉引力波天文台宣布探测到了引力波，该引力波是由距离地球 13 亿光年之外的两个黑洞合并时产生的。探测装置受引力波影响，激光干涉条纹发生相应的变化，从而间接探测到引力波。下列说法正确的是

- A. 引力波是横波
- B. 引力波是电磁波
- C. 只有质量非常大的天体加速运动时才能产生引力波
- D. 爱因斯坦由于预言了引力波的存在而获得诺贝尔物理学奖

答案：A

考察：偏振

解析：只有横波才有偏振现象，由于引力波有两个独立的偏振状态，因此引力波是横波，A 正确；引力波在空间传播方式与电磁波类似，但并不是电磁波，B 错误；质量小的物体加速运动时也会产生引力波，只是不容易探测，C 错误；爱因斯坦是由于发现光电效应获得的诺贝尔物理学奖，D 错误。

第二部分（非选择题共 180 分）

本部分共 11 小题，共 180 分。

21.（18 分）

在“多用电表的使用”实验中，

(1) 如图 1 所示，为一正在测量中的多用电表表盘。如果用电阻挡“ $\times 100$ ”测量，则读数为_____ Ω ；如果用“直流 5 V”挡测量，则读数为_____ V。

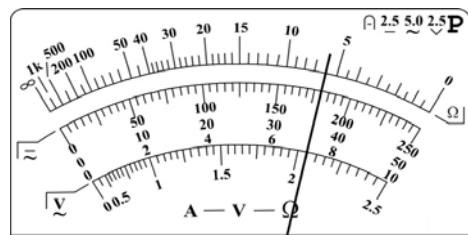


图 1

(2) 甲同学利用多用电表测量电阻。他用电阻挡“ $\times 100$ ”测量时发现指针偏转角度过小，为了得到比较准确的测量结果，请从下列选项中挑出合理的步骤，操作顺序为_____（填写选项前的字母）。

- A. 将选择开关旋转到电阻挡“ $\times 1 \text{ k}$ ”的位置
- B. 将选择开关旋转到电阻挡“ $\times 10$ ”的位置
- C. 将两表笔分别与被测电阻的两根引线相接完成测量
- D. 将两表笔短接，调节欧姆调零旋钮使指针指向“ 0Ω ”

(3) 乙同学利用多用电表测量图示电路中小灯泡正常工作时的有关物理量。闭合开关，以下操作正确的是_____。

- A. 将选择开关旋转到合适的电压挡，闭合开关，利用图 2 的电路测量小灯泡两端的电压
- B. 将选择开关旋转到合适的电阻挡，闭合开关，利用图 2 的电路测量小灯泡的电阻

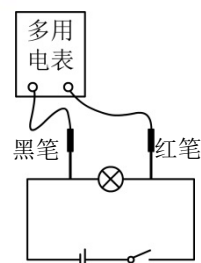


图 2

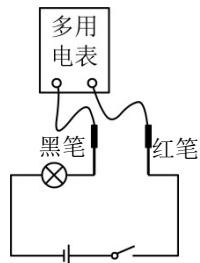
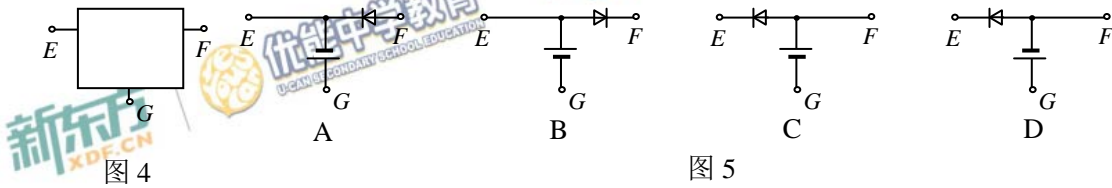


图 3

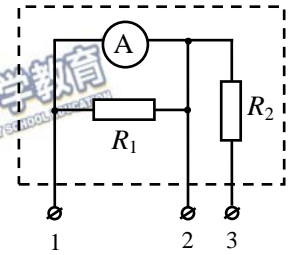
- C. 将选择开关旋转到合适的电流挡，闭合开关，利用图 3 的电路测量通过小灯泡的电流

D. 将选择开关旋转到合适的电流挡，把图 3 中红、黑表笔接入电路的位置互换，闭合开关，测量通过小灯泡的电流

(4) 丙同学利用多用电表探测图 4 所示黑箱时发现：用直流电压挡测量， E 、 G 两点间和 F 、 G 两点间均有电压， E 、 F 两点间无电压；用电阻挡测量，黑表笔接 E 点，红表笔接 F 点，阻值很小，但反接阻值很大。那么该黑箱内元件的接法可能是图 5 中的_____。



(5) 丁同学将选择开关旋转到“直流 500mA”挡作为 A 流表，设计了如图 6 所示的电路，已知电流表内阻 $R_A=0.4\Omega$ ， $R_1=R_A$ ， $R_2=7R_A$ 。若将接线柱 1、2 接入电路时，最大可以测量的电流为_____A；若将接线柱 1、3 接入电路时，最大可以测量的电压为_____V。



【答案】

(1) 6×10^2 3.60; (2) ADC (不可以改变顺序); (3) AC (可以改变顺序); (4) B; (5) 1.0 3.0

【解析】

(1) 多用电表测电阻时不需要估读，选取最上端的欧姆表刻度，根据档位可知阻值为 $6 \times 10^2 \Omega$ ，测电压时，由于精度为 0.1V，需要估读一位，根据量程“50”的刻度可知电压为 3.60V。

(2) 欧姆档测电阻时指针偏转角度过小是由于档位过小，需选取大档位，进行欧姆调零后再测阻值。

(3) 多用电表一定是红表笔电流流入黑表笔电流流出，图 2 是测电压，图 3 是测电流，表笔位置正确。

(4) 根据测黑箱电压结果可知，电源一定在 G 的支端；根据测黑箱电阻结果可知， E 、 F 之间是二极管，二极管的通电流方向为 $E \rightarrow F$ 。

(5)由题意可知各电阻 $R_1 = R_A = 0.4\Omega$ ， $R_2 = 2.8\Omega$ ，接线柱 1、2 接入电路时，原电流表改装为2 倍量程的电流表，最大测量电流是1.0A；接线柱1、3 接入电路时，原电流表改装为 15 倍量程的电压表，总电阻 $R=3.0\Omega$ ，最大测量电压为3.0V。

22. (16 分)

如图所示，固定的长直水平轨道MN与位于竖直平面内的光滑半圆轨道相接，轨道半径为R，PN恰好为该圆的一条竖直直径。可视为质点的物块A和B紧靠在一起静止于N处，物块A的质量 $m_A=2m$ ，B的质量 $m_B=m$ 。两物块在足够大的内力作用下突然分离，分别沿轨道向左、右运动，物块B恰好能通过P点。已知物块A与MN轨道间的动摩擦因数为 μ ，重力加速度为g。求：

- (1) 物块B运动到P点时的速度大小 v_P ；
- (2) 两物块刚分离时物块B的速度大小 v_B ；
- (3) 物块A 在水平面上运动的时间 t 。

解：(1) 对于物块 B，恰好通过 P 点时只受重力的作用，根据牛顿第二定律有：

$$m_B g = \frac{m_B v_P^2}{R} \quad \text{①}$$

得： $v_P = \sqrt{gR}$ ② (5 分)

(2) 对于物块 B，从 N 点到 P 点的过程中机械能守恒，有：

$$\frac{1}{2} m_B v_B^2 = \frac{1}{2} m_B v_P^2 + 2m_B gR \quad \text{③}$$

得： $v_B = \sqrt{5gR}$ ④ (5 分)

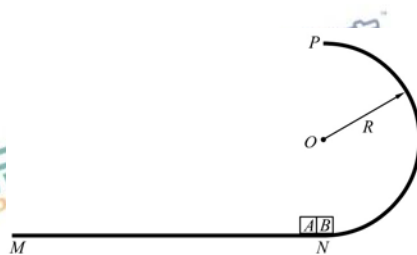
(3) 设物块A、B分离时A的速度大小为 v_A ，根据动量守恒定律有：

$$m_A v_A - m_B v_B = 0 \quad \text{⑤}$$

此后 A 滑行过程中，根据动量定理有：

$$-\mu m_A g t = 0 - m_A v_A \quad \text{⑥}$$

联立④⑤⑥式可得： $t = \frac{\sqrt{5gR}}{2\mu g}$ (6 分)



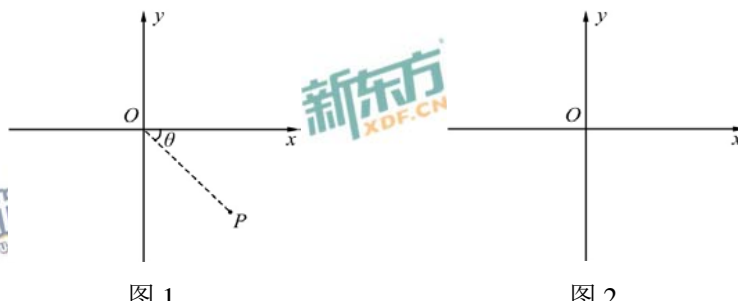
23. (18分)

在现代科学实验和技术设备中，可以通过施加适当的电场、磁场来改变或控制带电粒子的运动。现用电场或磁场来控制质量为 m 、电荷量为 q 的正电荷的运动。如图 1 所示，在 xOy 平面内有一点 P ， OP 与 x 轴夹角 $\theta=45^\circ$ ，且 $OP=l$ ，不计电荷的重力。

(1) 若该电荷以速度 v_0 从 O 点沿 x 轴正方向射出，为使电荷能够经过 P 点，

- a. 若在整个空间只加一平行于 y 轴方向的匀强电场，求电场强度 E 的大小和方向；
- b. 若在整个空间只加一垂直于 xOy 平面的匀强磁场，求磁感应强度 B 的大小和方向。

(2) 若整个空间同时存在 (1) 中的电场和磁场，某时刻将该电荷从 O 点由静止释放，该电荷能否再次回到 O 点？请你在图 2 中大致画出电荷的运动轨迹。



解：(1) a. 如图 1 所示，为使电荷能够经过 P 点，电场强度 E 的方向应当沿 y 轴向下。

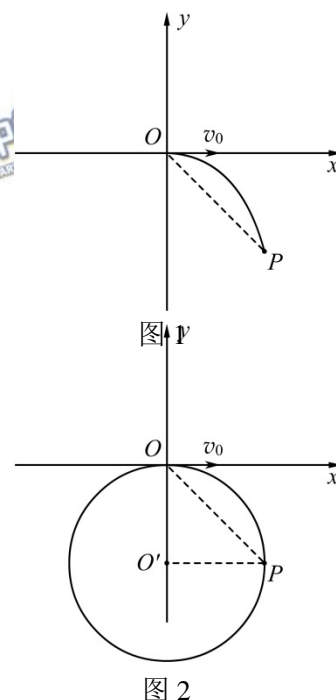
在 x 方向，电荷做匀速直线运动，有： $l \cos \theta = v_0 t$ ①

在 y 方向，电荷做匀加速直线运动，有： $a = \frac{qE}{m}$ ② $l \sin \theta = \frac{1}{2} at^2$ ③

联立①②③式并代入相关数据可得： $E = \frac{2\sqrt{2}mv_0^2}{ql}$ (7分)

b. 如图 2 所示，为使电荷能够经过 P 点，磁感应强度 B 的方向应当垂直于 xOy 平面向外，电荷做匀速圆周运动，其圆心为 O' ，洛伦兹力提供向心力，有：

$$qv_0 B = \frac{mv_0^2}{R} \text{ ④} \quad \text{其中：} R = \frac{\sqrt{2}}{2} l \text{ ⑤}$$



联立④⑤式可得： $B = \frac{\sqrt{2}mv_0}{ql}$ (6分)

(2) 该电荷不可能再次回到 O 点。大致的运动轨迹如图 3 所示。(5分)

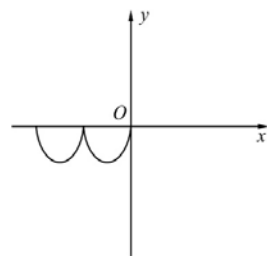


图 3

24. (20分)

节能环保的“风光互补路灯”获得广泛应用。图 1 是利用自然资源实现“自给自足”的风光互补的路灯，图 2 是其中一个路灯的结构示意图，它在有阳光时可通过太阳能电池板发电，有风时可通过风力发电。



图 1

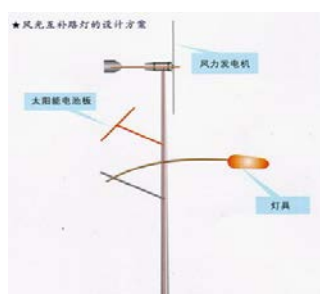


图 2

(1) 北京市某日路灯的开灯时间为 19:00 到次日 6:00，若路灯的功率为 $P=40W$ ，求一盏灯在这段时间内消耗的电能 $E_{电}$ 。

(2) 风力发电机旋转叶片正面迎风时的有效受风面积为 S ，运动的空气与受风面作用后速度变为零，若风力发电机将风能转化为电能的效率为 η ，空气平均密度为 ρ ，当风速为 v 且风向与风力发电机受风面垂直时，求该风力发电机输出的电功率 P 。

(3) 太阳能电池的核心部分是 P 型半导体和 N 型半导体的交界区域——PN 结，如图 3 所示，取 P 型和 N 型半导体的交界面为坐标原点，PN 结左右端到原点的距离分别为 x_P 、 x_N 。无光照时，均匀掺杂的 PN 结内会形成一定的电压，对应的电场称为内建电场 $E_{场}$ ，方向由 N 区指向 P 区；光照时，原来被约束的电子获得光能变为自由电子，就产生了电子-空穴对，空穴带正电且电荷量等于元电荷 e ；不计自由电子的初速度，在内建电场作用下，电子

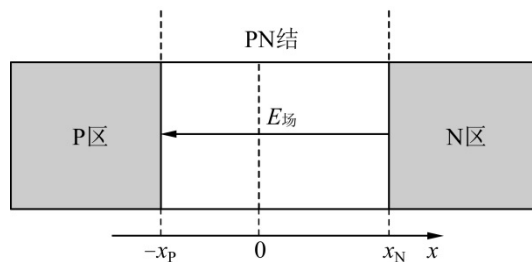


图 3

被驱向N区，空穴被驱向P区，于是N区带负电，P区带正电，图3所示的元件就构成了直流电源。某太阳能电池在有光持续照射时，若外电路断开时，其PN结的内建电场场强 $E_{\text{场}}$ 的大小分布如图4所示，已知 x_{P} 、 x_{N} 和 E_0 ；若该电池短路时单位时间内通过外电路某一横截面的电子数为 n ，求此太阳能电池的电动势 E 和内电阻 r 。

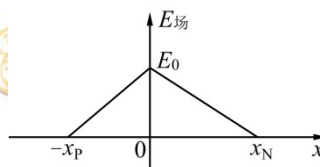


图4

解：(1) 路灯在这段时间内消耗的电能为：

$$E_{\text{电}} = P_0 t = 40\text{W} \times 11\text{h} = 0.44\text{kWh} \quad (4 \text{分})$$

(2) 设时间 t 内有质量为 m 的风垂直流向旋转叶片，则：

$$m = \rho S v t \quad (1)$$

风的动能转化为电能，则： $Pt = \frac{1}{2} m v^2 \eta \quad (2)$

联立①②式可得： $P = \frac{1}{2} \rho S v^3 \eta \quad (8 \text{分})$

(3) 方法一：在 $E_{\text{场}}-x$ 图像中图线与坐标轴所围的面积为PN结两端的电压 U_0 ，即

$$U_0 = \frac{E_0}{2} (x_{\text{P}} + x_{\text{N}}) \quad (3)$$

当外电路断开时，被内建电场驱向N区的电子和P区的空穴将产生一个与内建电场相反的电场，当该电场的电压等于内建电场电压时，电源有最大路端电压，太阳能电池的电动势 E 在数值上等于最大路端电压。则有：

$$E = U_0 = \frac{E_0}{2} (x_{\text{P}} + x_{\text{N}}) \quad (4)$$

电源短路时所有通过N区的电子经外电路回到P区，电流为：

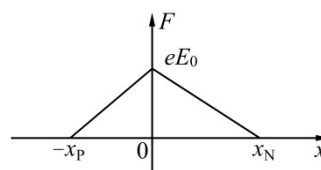
$$I = \frac{q}{t} = ne \quad (5)$$

该太阳能电池的内阻为 $r = \frac{E}{I} \quad (6)$

联立③④⑤⑥式可得： $r = \frac{E_0}{2ne} (x_{\text{P}} + x_{\text{N}}) \quad (8 \text{分})$

方法二：根据电动势的定义可得： $E = \frac{W}{e}$ ⑦

W 即为内建电场力所做的功，内建电场力 F 随位移的变化图像如图 4 所示， W 为该图线与坐标轴所围的面积。



即：

$$W = \frac{eE_0}{2}(x_P + x_N) \quad \text{⑧}$$

联立⑦⑧式可得： $E = \frac{E_0}{2}(x_P + x_N)$ ⑨

电源短路时所有通过 N 区的电子经外电路回到 P 区，电流为：

$$I = \frac{q}{t} = ne \quad \text{⑩}$$

该太阳能电池的内阻为 $r = \frac{E}{I}$ ⑪

联立⑨⑩式可得⑪ $r = \frac{E_0}{2ne}(x_P + x_N)$ (8分)