

1. 太空人搭乘火箭以 0.8 倍光速，飛往距離地球座標 20 光年之 X 星球。

(a) (4 分) 試問在去程中太空人在火箭內感受之飛航距離為多少光年?

(b) (4 分) 試問太空人自認為去程所要飛行的時間為多少年?

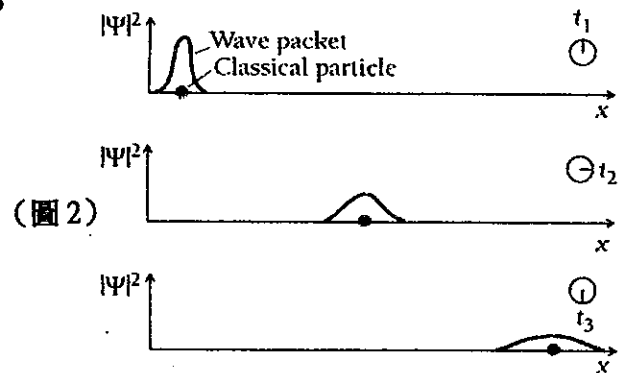
2. 圖 2 顯示包波傳遞之時空分布狀態。

(a) (4 分) 試問此現象符合近代物理中之何種原理?

(b) (4 分) 今有一質子，質量為 1.672×10^{-27} kg,

在時間 t_1 之分布範圍為 $\pm 10^{-11}$ m

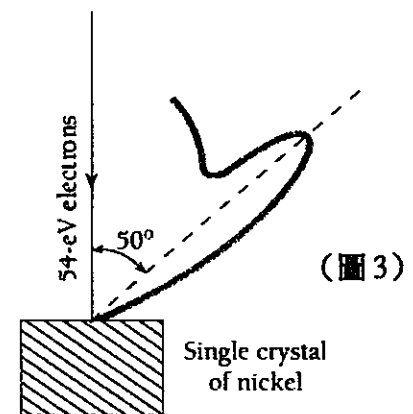
試問在時間為 $t_1 + 1$ 秒之後，該質子之分布範圍變為多少?



3. 圖 3 顯示以 54eV 電子束，垂直入射金屬鎳塊，所測量之角度相關散射強度分布。

(a)(4 分) 欲解釋此現象，入射電子束需要以近代物理中之何種現象來描述?

(b) (4 分) 請問右圖中，當角度相關散射強度有最大值時，入射電子束與鎳金屬之原子平面夾角是多少度?



4. 考慮一具有開孔之中空立方體，邊長為 a 。

當所有入射此小孔之波源，在腔內多次反射後，盡為中空腔體所吸收，則定義此腔體謂之黑體。

(a)(4 分) 依此黑體定義，入射波在立方腔體內部之邊界條件為何?

(b)(4 分) 推導公式: 試求黑體內每單位體積下，每單位頻率所提供之波數密度(density of waves in cavity)

5. 考慮波爾原子模型 (Bohr atom)

(a)(4 分) 當原子核靜止不動時，推導電子運行之軌道半徑公式

(b)(4 分) 若考慮電子與原子核，分別繞著質心作軌道運動，則 5(a)之電子運行軌道半徑將增加或減少? 原因為何?

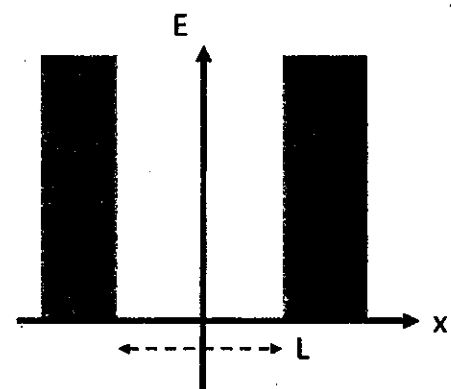
6. (12 分) 如果電子在一個量子井的結構裡面，假設量子井兩端位能無窮大(infinite potential barrier)，寬度為 0.5nm

(a) (4 分) 請問基態能量(E_1)是多少(eV)?

(b) (4 分) 請問第二個能態(E_2)和第一個能態(E_1)的差異值(eV)

(c) (4 分) 請問，如果量子井兩端位能由無窮大變成有限大小($\sim 10 \times E_1$)，請問 $E_2 - E_1$ 的值會比問題(b)的值大或小，原因是? (不用算出來值，請回答大或小，及原因)

($m_0 = 9.11 \times 10^{-31}$ Kg, $\hbar = 1.05 \times 10^{-34}$ J·s, $e_0 = 1.6 \times 10^{-19}$ Coul)



7. (10 分) 如果有一個量子位能障(Quantum barrier) 為 1eV. 寬度為 1nm 如果電子的能量為 0.5eV，請計算穿隧機率?

8. (5 分) 請解釋 Rayleigh scattering 和 Raman scattering

9. (8 分) (a) (4 分) 根據 Selection Rule，請問在 3p 軌域的電子，可藉由”哪些”States 進行躍遷、並釋放出光子? (b)(4 分) 如果是在量子井的結構，如題 6 圖所示，第四個能量態，可以跳到哪幾個能量態釋放出光子?

見背面

10. (5%) 是非題組 (正確請畫“O”，錯誤請畫“X”)：

Regarding the Early effect in bipolar junction transistor (BJT) :

- (a) It happens when the BJT is operated in the saturation region.
- (b) It is caused by the channel length modulation.
- (c) It is caused by the reduction of effective base width.
- (d) It is caused by the increase of depletion region width of emitter-base junction.
- (e) It is caused by the increase of depletion region width of base-collector junction.

11. (5%) 是非題組 (正確請畫“O”，錯誤請畫“X”)：

Regarding the Si p-n junction diode:

- (a) When the doping concentrations increase, the built-in potential increases.
- (b) When the temperature increases, the built-in potential increases.
- (c) The depletion region width of an open-circuit junction increases when the doping concentrations increase.
- (d) The saturation current reduces as the temperature increases.
- (e) When a reverse-biased p-n junction is illuminated, it functions as a solar cell which converts light to electrical energy.

12. (15%) Consider the circuit in Figure A. Assume the two transistors, Q_1 and Q_2 , are identical. Both transistors have the threshold voltage $V_t = 0.6$ V, process transconductance parameter $\mu C_{ox} = 200 \mu A/V^2$, channel length $L = 0.8 \mu m$ and channel width $W = 4 \mu m$. Let the drain of Q_1 is connected to the gate of Q_1 and Q_2 . Neglect the channel length modulation effect.

- (a) (3%) Which region is the Q_1 operated in? Why?
- (b) (4%) Calculate V_{D1} (the drain voltage of Q_1).
- (c) (5%) Calculate V_{D2} (the drain voltage of Q_2).
- (d) (3%) Which region is the Q_2 operated in? Why?

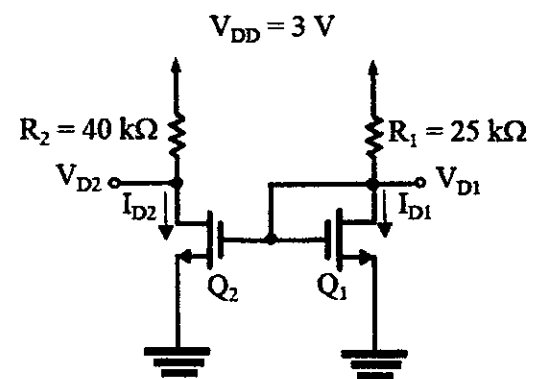


Figure A

試題隨卷繳回