٣٦١٢١

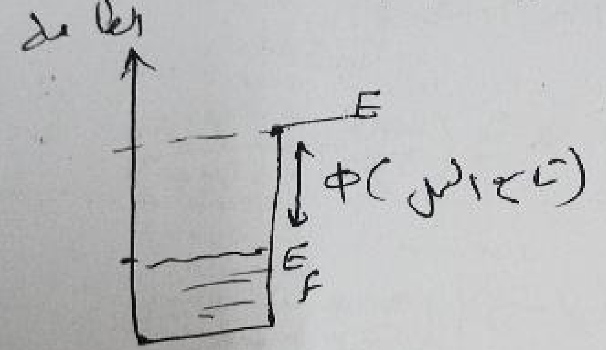
سلم تصحيح مقرر فيزياء الجسم الصلب (1)

سنة ثالثة فيزياء الفصل الثاني للعام $\frac{2024}{2025}$

السؤال الأول (30 درجة)

- الإصدار الالكتروني يحدث عند امتلاك الالكترون طاقة حركية تمكنه من اجتياز حاجز الكمون الناتج من الايونات والخروج من سطح المعدن. (5)

- تابع العمل: هو مقدار الطاقة اللازمة لرفع الالكترون من سوية فيرمي إلى خارج المادة.



$$\Phi = E - E_f$$ (7)

- تعطى معادلة ريتشاردسون ديشمان بالعلاقة:

$$J = A T^2 e^{-\frac{\Phi}{kT}}$$ (5)

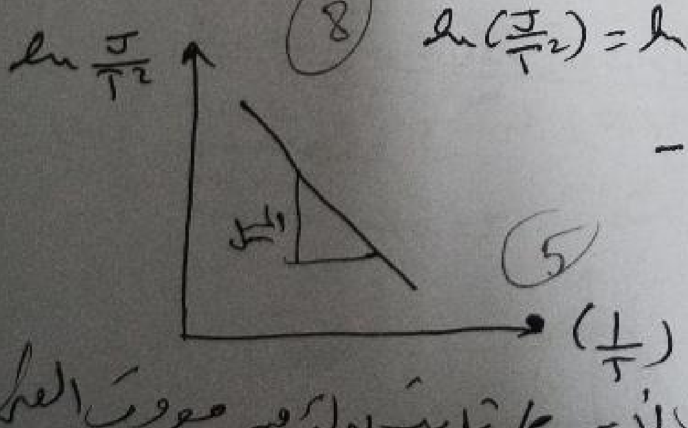
نرسم المقدار $\left(\frac{J}{T^2}\right)$ بدلالة $\left(\frac{1}{T}\right)$ بعد أخذ لغارتم المعادلة

نحصل من المعادلة:

$$\ln\left(\frac{J}{T^2}\right) = \ln A - \frac{\Phi}{k}\frac{1}{T}$$ (8)

خط مستقيم ميله هو المقدار $-\frac{\Phi}{k}$

نحسب ميل المستقيم من المنحني



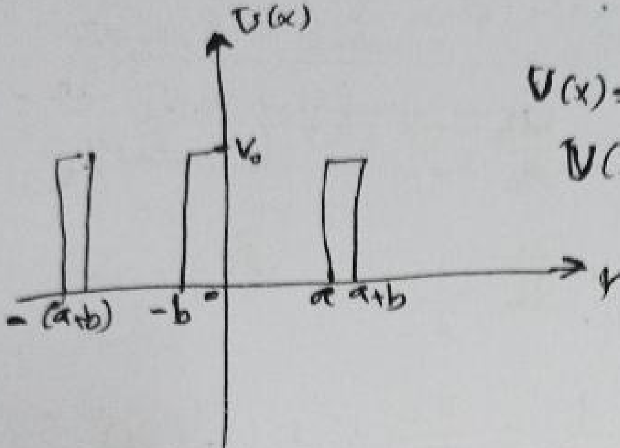
(5)

ونجعله مساوياً $\left(-\frac{\Phi}{k}\right)$

نحصل من العلاقة لـ Φ (تابع العمل) لأن k ثابت بولتزمان معروف القيمة.

السؤال الثاني (٣٠ درجة)

من فرض أنه نمط تكون النواة من شكل مستطيل وعمقه محدود وعرضه b . ودوري حسب الشكل:



نجد

$V(x)=0 \quad , \; 0<x<a$

$V(x)=V_0 \quad , \; -b<x<0$ 5

من معادلة شرودنجر ينتشر للالكترون وحيد حسب كل مجال

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}+\left(\frac{2m}{\hbar^2}\right)E\psi=0 \quad , \; 0<x<a$$ 5

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}+\left(\frac{2m}{\hbar^2}\right)(E-V_0)\psi=0 \quad , \; -b<x<0$$

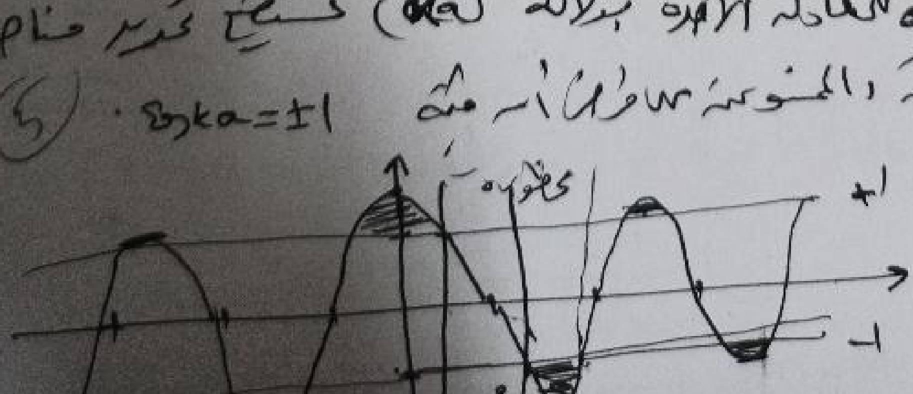
حل هذه المعادلات عبارة عن تابع من شكل موجة مستوية)

$$\psi(x)=U(x)\,e^{ikx}$$ 5

بعد التعويض وحل المعادلات السابقة نحصل على المعادلة التالية

$$P\frac{\sin\alpha a}{\alpha a}+\cos\alpha a=\cos ka$$ 5

برسم الطرف الأيسر للمعادلة الأخيرة بدلالة (αa) نستطيع تحديد مناطق مجالات الطاقة المسموحة والممنوعة علماً أن قيمة $\cos ka=\pm1$. 5



5

٣٠/٢٧

السؤال الثالث: (20 درجة)

حركة الالكترونات داخل عصابات الطاقة تختلف عن حركتها عندما تكون حرة، بسبب الكمونات الدورية الداخلية في البلورة. 2

لدينا:

$$\left(\text{سرعة المجموعة}\right)\ v = v_g = \frac{dw}{dk} \quad , \quad w = \frac{E}{\hbar}$$

5

$$v = \frac{1}{\hbar}\frac{dE}{dk} = \frac{dE}{dP} \qquad (I)$$

$$(\text{تسارع})\ a = \frac{dv}{dt} = \frac{1}{\hbar}\frac{d}{dt}\left(\frac{dE}{dk}\right)$$ 3

نحسب قوانين الحركة في الميكانيك لدينا:

$$dE = \underset{\text{العمل}}{dA} = F\cdot dl = F\cdot v\cdot dt$$

$$\frac{dE}{dt} = F\cdot v$$ 3

اذن:

$$a = \frac{1}{\hbar}\frac{d}{dk}\left(\frac{dE}{dt}\right)$$ 2

ومنه:

$$a = \frac{F}{\hbar}\frac{dv}{dk}$$

باشتقاق المعادلة (I) بالنسبة لـ k نجد:

$$\frac{dv}{dk} = \frac{1}{\hbar}\frac{d^2E}{dk^2} \Rightarrow a = \frac{F}{\hbar^2}\frac{d^2E}{dk^2} \Rightarrow F = \frac{1}{\frac{1}{\hbar^2}\frac{d^2E}{dk^2}}\cdot a$$ 3

بمقارنة هذه المعادلة الأخيرة مع قانون نيوتن الثاني $F = ma$ نستنتج أن الكتلة

$$m^* = \frac{\hbar^2}{\frac{d^2E}{dk^2}}$$ 2

وهو ما نطلق عليه اسم الكتلة الفعالة.

27/7/2020

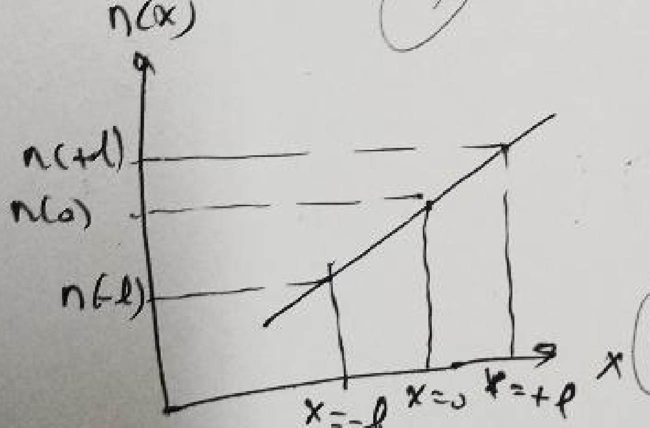
(السؤال الرابع (20 درجة))

يحدث تيار الانتشار نتيجة انتقال حوامل الشحنة في شبه الناقل من المنطقة ذات التركيز المرتفع الى التركيز المنخفض في اتجاه محور x.

2

لحساب هذا التيار يتم حساب التدفق الصافي للالكترونات من خلال واحدة المساحة لمقطع من الناقل خلال واحدة الزمن.
تدفق الالكترونات الصافي للالكترونات خلال المقطع عندما $x=0$ في الاتجاه $(+x)$ يعطى

3



$$\Phi_n = \frac{1}{2}\frac{2l}{\tau_h}[n(-l) - n(+l)]$$

بنشر $n(x)$ في سلسلة تايلور حول $x=0$ تصبح المعادلة:

5

$$\Phi_n = \frac{1}{2}2v\left\{\left[n(0) - l\frac{dn}{dx}\right] - \left(n(0) + l\frac{dn}{dx}\right)\right\}$$

$$\Phi_n = -v\,l\,\frac{dn}{dx}$$

2

كل الكترون له شحنة e لذلك كثافة التيار هي:

3

$$J = -e\,\Phi_n$$

$$J = e\,v\,l\,\frac{dn}{dx}$$

5

لاحظ نستطيع أن نكتب $D_n = v \cdot l$ معامل انتشار الالكترونات

$$J = e D_n \frac{dn}{dx}$$

ملاحظة: يمكن للطالب استنتاج العلاقة بالنسبة للثقوب p ويأخذ نفس الدرجة)