بسم الله الرحمن الرحيم

الكهرباء(2)+ الحرارة

كلية الهندسة المدنية – السنة الأولى

د.صبا عياش

الطاقة الكامنة الكهربائية

إذا وضعت الشحنة q في حقل الشحنة Q فإنها تتأثر بالحقل الكهربائي المتولد عن الشحنة Q بقوة F تؤدي لتغير موضع الشحنة q من الوضع P_1 إلى الوضع P_2 مما ينتج طاقة كامنة كهربائية تعطى بالعلاقة:

$$E_P(W_{el}) = K\frac{qQ}{r}$$

العلاقة بين الطاقة الكامنة الكهربائية والكمون الكهربائي

يعطى فرق الكمون الناتج عن الشحنة Q عند النقطة p بالعلاقة:

$$E_P = q\left(K\frac{Q}{r}\right) = qV \Leftarrow K\frac{Q}{r}$$

واحدة الطاقة الكامنة :
جول ، آرغة

العلاقة بين المقادير الكهربائية

q الشحنة المولدة (المؤثرة)
q' الشحنة المتأثرة

$$E_P = K\frac{qq'}{r} \qquad V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r} \qquad E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2} \qquad F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q\,q'}{r^2}$$

$E_P = q' V$

$$E = -\frac{dV}{dr}$$

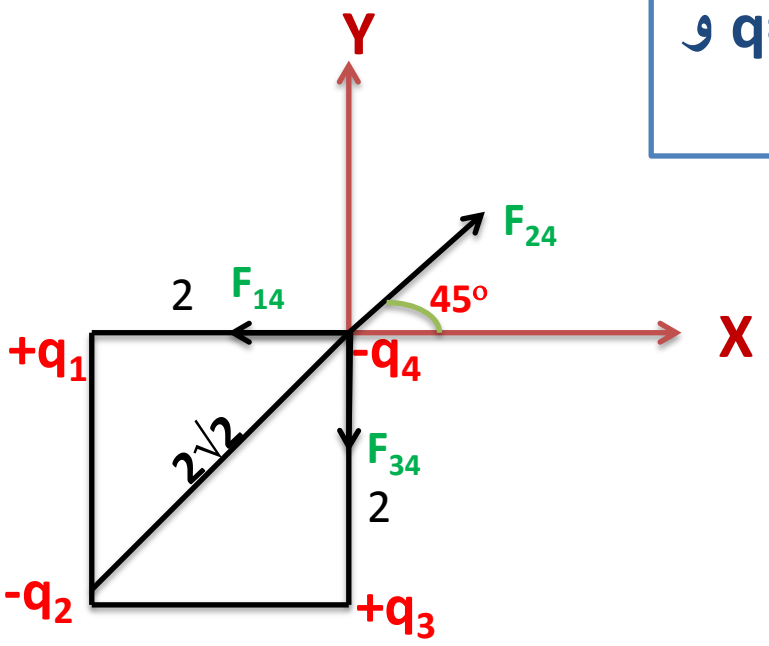
$F = q' E$

الكثافة الخطية و الكثافة السطحية والكثافة الحجمية

$$\lambda = \frac{dq}{dx} \qquad \sigma = \frac{dq}{ds} \qquad \tau = \frac{dq}{dV}$$

الكثافة الخطية الكثافة السطحية الكثافة الحجمية

أوجد محصلة القوى المؤثرة في الرأس الرابع حيث طول ضلع المربع 2cm و قيمة الشحنة q=10µm و الإشارات وفق الشكل المبين.



تخضع الشحنة q_4 لثلاث قوى : قوتا تجاذب مع الشحنتين q_1 و q_3 : F_{34} F_{14} و قوة تنافر مع الشحنة q_2 : F_{24}

$$\vec{F} = \vec{F_{14}} + \vec{F_{24}} + \vec{F_{34}}$$

محصلة القوى على المحور X : F_{14} , $F_{24}\cos 45$

1 $\quad F_x = F_{24}\cos 45 - F_{14}$

محصلة القوى على المحور Y: F_{34} , $F_{24}\sin 45$

2 $\quad F_y = F_{24}\sin 45 - F_{34}$

$$F_{14}=F_{34}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_4}{(2)^2}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_3 q_4}{(2)^2}=9\times10^9\frac{(10\times10^{-6})^2}{4}=0.225N$$

نعوض في 1 و2

$$F_{24}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_2 q_4}{(2\sqrt{2})^2}=9\times10^9\frac{(10\times10^{-6})^2}{8}=0.1125N$$

F=0.218N

FY=-0.14625N

Fx=-0.14625N

الحرارة

السعة الحرارية للجسم

كمية الحرارة التي يكتسبها الجسم كي ترتفع درجة حرارته درجة مئوية واحدة

ماهي واحدة السعة الحرارية؟

$$q = \frac{Q}{\Delta T}$$

الحرارة النوعية c

كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 كيلو غرام من المادة درجة مئوية واحدة

ماهي واحدة الحرارة النوعية؟

$$c = \frac{Q}{m.\Delta T} \Leftarrow c = \frac{q}{m}$$

تحول الطاقة من شكل لآخر

تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية

مثال حالة سخان كهربائي
مطبق عليه كمون V و يمر
ضمنه تيار I
W=Q

تحول الطاقة الحركية و الكامنة إلى طاقة حرارية

مثال تحول الطاقة الحركية
لجسم متحرك إلى طاقة حرارية
نتيجة اصطدامه بالأرض
$E_k=Q$

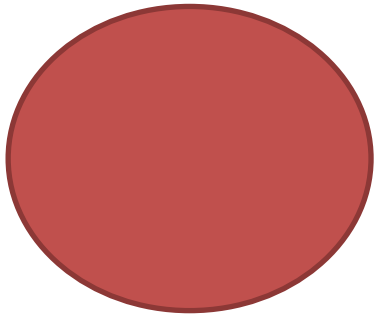
أمثلة محلولة ص 147 ، 150، 151

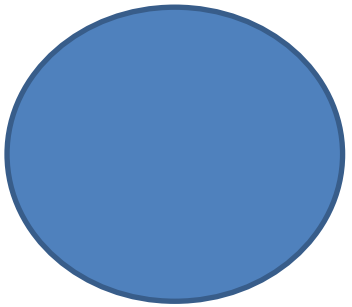
مبدأ التوازن الحراري

تطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة لدراسة التبادل الحراري بين جسمين وفق درجتي حرارة مختلفتين وصولا لدرجة حرارة التوازن

$Q1 = Q2$

$T_1 > T_2$





m_2 , C_2, T_2

m_1 , C_1, T_1

T_3: درجة حراة التوازن

مسألة في الحرارة

سخانة باستطاعة 700W ترفع درجة حرارة كمية من الماء من الدرجة 20°C إلى الدرجة 100°C خلا ل عشر دقائق إذا كانت الحرارة النوعية للماء 4200جول / كغ .كلفن و بإهمال الفقدان الحراري:

أوجد كتلة الماء ؟ 1250g

أوجد مقاومة سلك السخانة إذا علمت أن التيار المار في السخانة 7A (14.28Ω)

أوجد فرق الكمون المطبق على السخانة (100V)

تستهلك طاقة التيار ضمن المقاومة الكهربائية على شكل طاقة حرارية وفقا لمفعول جول وتحول الطاقة من شكل لآخر.

مفهوم العزل الحراري

- ✓ تعد عملية عزل المنازل حراريا ضرورة اقتصادية لتوفير استهلاك الطاقة .
- ✓ يتم العزل الحراري بواسطة الجدران المملوءة بالفجوات الهوائية و النوافذ الزجاجية المزدوجة.

معامل التسرب الحراري

$$\frac{dE/dT}{S.\Delta T} = \frac{\text{فقدان الطاقة الحرارية}}{\text{مساحة السطح X فرق درجتي الحرارة}} = U$$

كيف تختلف قيمة U للنواقل الجيدة و العوازل الجيدة للحرارة ؟

علاقة U بالثخانة X

U للنوافذ المزدوجة و النوافذ ذات الطبقة الواحدة

U للجدران المحتوية على فجوات هوائية

ماذا لو ملئت الفجوات بمادة عازلة ؟

مسألة

تبلغ مساحة جدار قرميدي $3x4xm^2$ و سماكته 10cm إذا علمت أن $\Delta T=50K^\circ$ فأوجد:

1)- معامل التسرب الحراري و الاستطاعة للجدار

2)- معدل فقدان الطاقة الحرارية من الجدار القرميدي إذا احتوى على فجوات هوائية (و مملوءة بمادة عازلة) و أصبح معامل التسرب الحراري مساويا إلى $0.6W/m^2.K$

3)-التناقص في الطاقة المستهلكة (بسبب العزل الناتج عن الفجوات الهوائية) خلال يوم كامل. $Kb=0.5w/m.K^\circ$ القرميد.

1)- معامل التسرب الحراري يحسب من العلاقة : $U=\frac{K}{X}=\frac{0.5}{0.1}=5W/m^2k$

الاستطاعة الحرارية (P أو dE/dT): $P_1=U.S.\Delta T=5x12x50=3000Watt$

2)- $P_2=U.S.\Delta T=0.6x12x50=360Watt$

عزل أفضل ⇐U و P أصغر من الحالة السابقة

3)-التناقص في الاستطاعة الحرارية نتيجة العزل بواسطة الفجوات :

$P_1-P_2=3000-360=2640Watt$

التناقص في كمية الطاقة المستهلكة بسبب العزل خلال يوم = Pxt = 2640x24x60x60

التمدد الحراري

عندما نسخن جسم معدني أو قضيب فولاذي لدرجة حرارة عالية فإنه يتمدد نتيجة التسخين و يتقلص عند تبريده .

تعد هذه العملية مهمة لتصميم و بناء الإنشاءات الهندسية حيث تتشكل قوى مدمرة للبناء نتيجة التمدد (صيفا) و التقلص (شتاء).

مثال : إكساء سطوح المباني بطبقات سيراميكية ، تصميم الجسور

اختلاف حجم الأجسام نتيجة التمدد و التقلص مما يؤثر على تصدع انابيب المياه في الجو البارد

التمدد الطولي

تغير طول الجسم نتيجة تغير درجة الحرارة بالتسخين

معامل التمدد الطولي α

ماهي واحدة α؟

التمدد السطحي و الحجمي

تغير مساحة الجسم أو حجمه نتيجة تغير درجة الحرارة بالتسخين

معامل التمدد السطحي β

معامل التمدد الحجمي γ

ماهي واحدة γ β

د.صبا عياش

مسائل في الحركة و القذف

تدفع قطعة كتلته $m=2kg$ على طريق مائل نحو الأعلى بزاوية تساوي $\theta=30^\circ$ و بسرعة إبتدائية $V_0=22m/s$. فإذا علمت أن عامل الاحتكاك الانزلاقي بين القطعة و المستوي $\mu_k=0.3$ والمطلوب :

١- أوجد قوة الاحتكاك f التي تفعل بالقطعة عندما تتحرك إلى أعلى المستوي

٢- ما هو الزمن الذي تستغرقه القطعة في صعودها المستوي

تعطى قوة الاحتكاك بالعلاقة $fk=\mu k\ N$

تحسب N من شرط التوازن على المحور y

$N-mg\cos\theta=0 \Rightarrow$ $fk=5.1N$

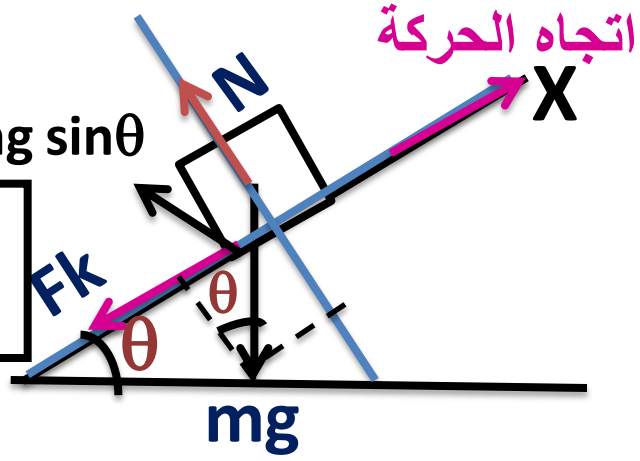
الحركة وفق المحور X مستقيمة متغيرة بانتظام تنعدم السرعة في آخر المسار : $Vf=at+V_0$ $(V_f=0)$

لإيجاد الزمن يجب إيجاد التسارع ⇐ نحتاج قانون نيوتن الثاني

$\Sigma F_X=m\ a_X \Rightarrow -F_k-mg\sin\theta=ma$

$a= -7.45m/s^2$

$t= 3s$



حالة الصعود

مسائل في الحركة و القذف

تدفع قطعة كتلته $m=2kg$ على طريق مائل بزاوية تساوي $\theta=30^\circ$ و بسرعة إبتدائية $V_0=22m/s$. فإذا علمت أن عامل الاحتكاك الانزلاقي بين القطعة و المستوي $\mu_k=0.3$ والمطلوب :

٣- ماهي المسافة التي تقطعها القطعة في صعودها المستوي

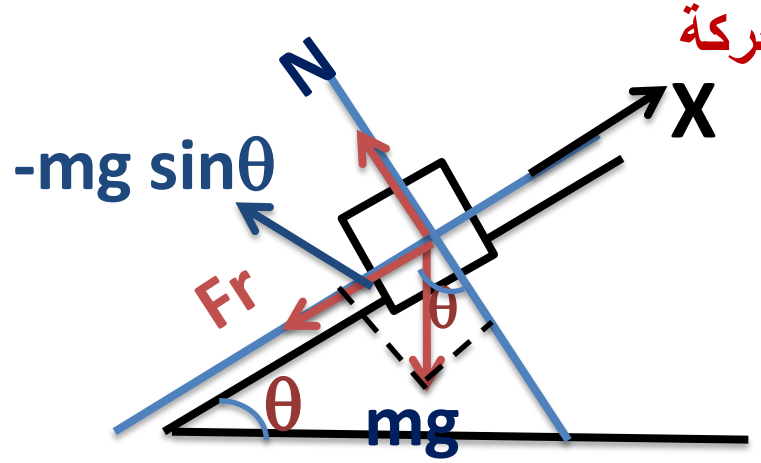
تحسب المسافة من إحدى العلاقتين التاليتين :

$$V^2-V_0^2=2a\,(X-X_0) \qquad x=\frac{1}{2}\,a\,t^2+V_0\,t+X_0$$

حيث $a=-7.45m/s^2$ ، $t=3s$

$S=32.48m$

دراسة حالة الهبوط



حالة الصعود

يقذف جسم شاقوليا نحو الأعلى بسرعة إبتدائية 50m/s وحين يعود ساقطا من الأعلى يصادف حاجزا أفقيا موضوعا على بعد شاقولي 55m تحت نقطة القذف فإذا كانت كتلة الجسم 10kg و تسارع الجاذبية الأرضية $g=10m/s^2$ ،بإهمال تأثير الهواء والمطلوب:

ماهو نوع القذف؟

1)- استخرج التوابع الزمنية للحركة X(t)، Y(t)

2)- ماهي أعلى مسافة يصلها الجسم المقذوف عن الحاجز الأفقي.

3)- احسب الزمن الذي يستغرقه الجسم ليصل إلى أعلى ارتفاع عن نقطة القذف (بدءا من لحظة القذف).

1) الحركة وفق المحور y حركة مستقيمة متغيرة بانتظام ولا توجد حركة وفق المحور X

$$X(t)=0$$

$$y(t)=-1/2\ g\ t^2 + V_{0y}t+y_0$$

2)عند أعلى مسافة (الذروة) تكون السرعة معدومة أي : $V_y=0$ **⇐** $V^2-V_0^2=-2g\ (y-y_0)$ **، نعوض:**

$y= 125m$

البعد عن الحاجز الأفقي = 125+55 = 180m

3)- احسب الزمن الذي يستغرقه الجسم ليصل إلى أعلى ارتفاع عن نقطة القذف (بدءا من لحظة القذف)

4)- احسب الزمن اللازم لعودة الجسم إلى نقطة القذف بدءا من لحظة القذف

5)- احسب سرعة الجسم و طاقته الحركية لحظة ملامسة القذيفة للحاجز الأفقي؟

يحسب الزمن من العلاقة : $V_y=-g\,t+V_{0y}$ ، $t_1= 2.5\ s$

الزمن اللازم لعودة الجسم إلى نقطة القذف =
زمن الصعود t_1 + زمن الهبوط t_2

يحسب زمن الهبوط من العلاقة :
$y=125m\ \ V_{0y}=0 : y=-1/2\ g\,t^2+V_{0y}\,t+y_0$

$t_2= 5\ s$ ← الزمن الكلي $t = 2.5+5 = 7.5s$

سرعة الجسم تحسب من العلاقة : $v^2-v_0^2= -2g(y-y_0)$

نعوض $y-y_0=180\ \ V_0=0$ ، $v= 60m/s$ ، $E_k= 18kJ$