

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الكهرباء (2)

كلية الهندسة المدنية – السنة الأولى

د. صبا عياش

الكمون الكهربائي V

عندما نضع شحنة q في نقطة A تقع على بعد r من شحنة أخرى Q فإن كمون النقطة A يعطى بالعلاقة

$$V = K \frac{Q}{r}$$

واحدة الكمون الفولط (V) kV mV μ V

الكمون الكهربائي مقدار
سلمي بعكس الحقل
الكهربائي

الكمون الكهربائي لمجموعة شحنات q_1, q_2, \dots, q_n في نقطة تبعد عنهم مسافات r_1, r_2, \dots, r_n = المجموع الجبري للكمونات الناتجة عن الشحنات في هذه النقطة

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n = K \sum_{i=1}^{i=n} \frac{q_i}{r_i}$$

فرق الكمون بين نقطتين

يعطى الكمون الكهربائي لنقطتين A و B تبعدان عن الشحنة Q المسافتين r_a r_b على الترتيب بالعلاقتين :

$$V_B = K \frac{Q}{r_b} \quad V_A = K \frac{Q}{r_a}$$

فرق الكمون بين النقطتين A و B:

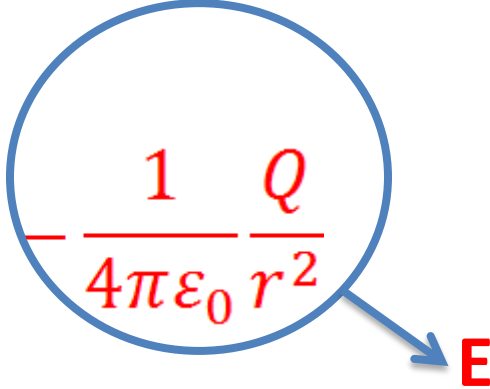
$$V_A - V_B = K \frac{Q}{r_a} - K \frac{Q}{r_b}$$

العلاقة بين الحقل و الكمون

يعطى الكمون الكهربائي V الناتج عن الشحنة Q بالعلاقة:

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$$

نشتق علاقة الكمون بالنسبة لـ r

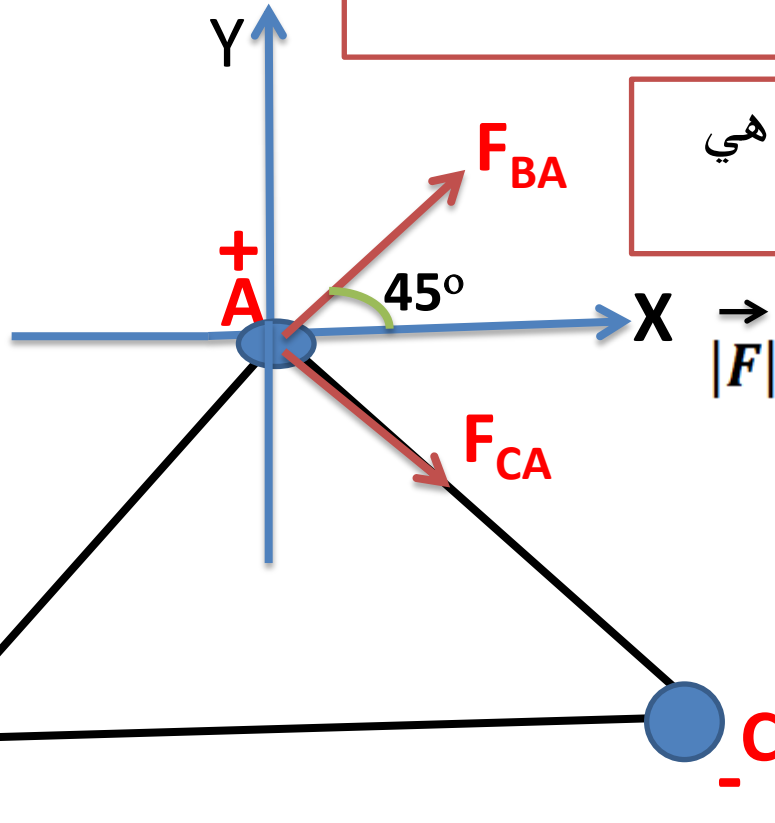
$$\frac{dV}{dr} = - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$


$$V_1 - V_2 = \int \vec{E} \cdot d\vec{r} \quad \leftarrow \quad E = - \frac{dV}{dr}$$

مثلث قائم الزاوية متساوي الساقين ABC : $AB=AC=5\text{cm}$ وضعت في رؤوسه شحنات متساوية $q_A=q_B=+1\times 10^{-7}\text{ coul}$ و $q_C=-1\times 10^{-7}\text{ coul}$ و المطلوب : أوجد شدة القوى المؤثرة في الرأس A ؟

تخضع الشحنة A لقوتين : قوة تجاذب مع الشحنة C (\vec{F}_{CA}) و قوة تنافر مع الشحنة B (\vec{F}_{BA})

محصلة القوى المؤثرة على الشحنة في الرأس A هي القوة F وتحسب من العلاقة:



$$|\vec{F}| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$F_x = F_{BA} \cos 45 + F_{CA} \cos 45$$

$$F_y = F_{BA} \sin 45 - F_{CA} \sin 45$$

$$F_y = 0$$

$$F_{BA} = F_{CA}$$

$$F = F_x = 2F_{BA} \cos 45 = 2F_{BA} \frac{\sqrt{2}}{2} = 2 \times 0.036 \times \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 5.04 \times 10^{-4} \text{ N}$$

$$F_{BA} = F_{CA} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_B q_A}{BA^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_C q_A}{CA^2} = 9 \times 10^9 \frac{(10^{-7})^2}{(5 \times 10^{-2})^2} = 0.036 \text{ N}$$

مسألة في حساب الحقل و الكمون

توضع ثلاث شحنات موجبة متساوية
 في رؤوس مثلث متساوي
 الأضلاع ABC (طول ضلعه 5m) ، أوجد شدة
 الحقل و الكمون الكهربائي في رأس المثلث B
 الناتج عن الشحنتين في القاعدة

الحقل الكهربائي في الرأس B
 و تحسب شدتها من العلاقة
 $\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_C$

$$|\vec{E}| = \sqrt{E_x^2 + E_y^2}$$

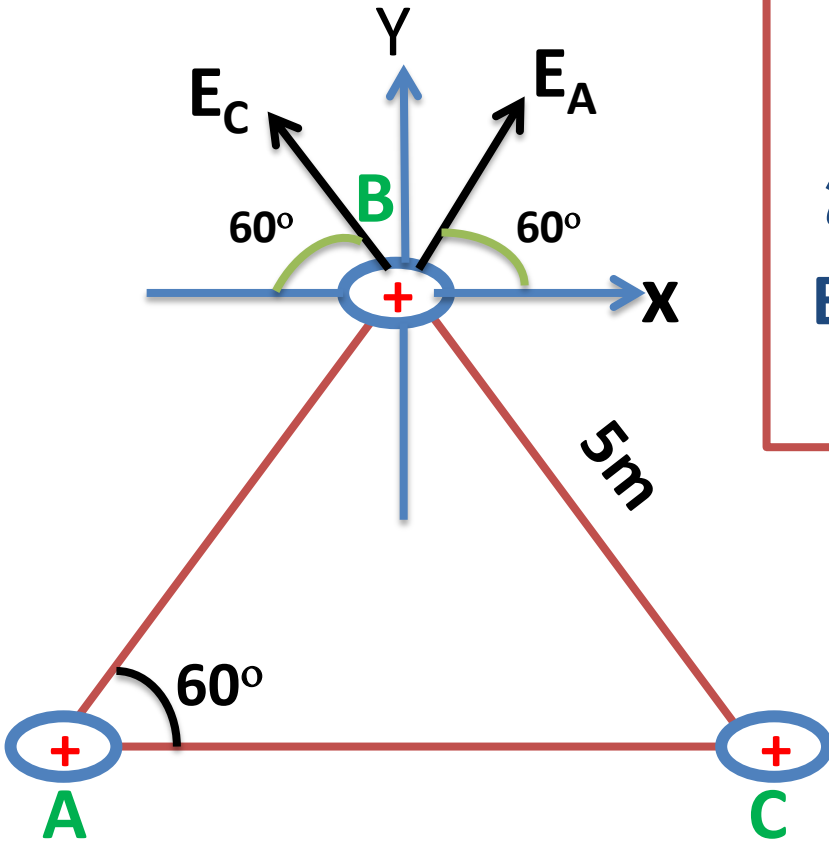
$$E_x = E_A \cos 60^\circ - E_C \cos 60^\circ = 0$$

$$E_y = E_A \sin 60^\circ + E_C \sin 60^\circ =$$

$$E = E_y = 2E_A \sin 60^\circ = 2E_A \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \leftarrow \quad E_A = E_C$$

$$E_A = E_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_A}{BA^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_C}{BC^2} = 9 \times 10^9 \frac{1 \times 10^{-6}}{(5)^2} = 360 \text{ N/C}$$

$$E = 2 \times 360 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 622.8 \text{ N/Coul}$$



مسألة في حساب الحقل و الكمون

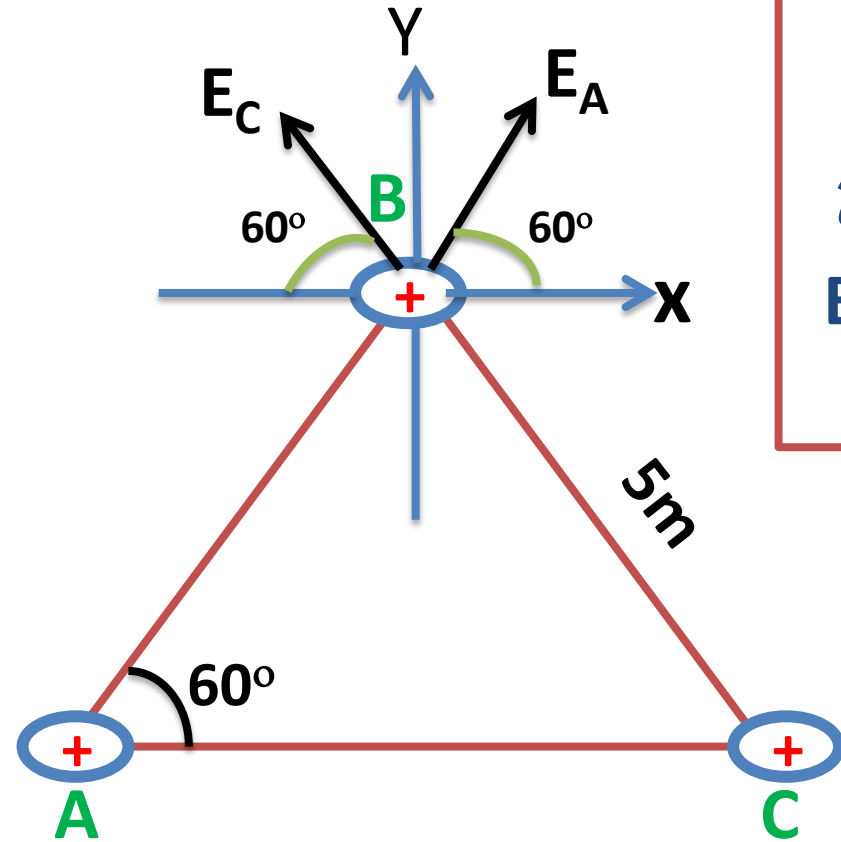
توضع ثلاث شحنات موجبة متساوية ($q=+1\mu\text{C}$) في رؤوس مثلث متساوي الأضلاع ABC (طول ضلعه 5m) ، أوجد شدة الحقل و الكمون الكهربائي في رأس المثلث B الناتج عن الشحنتين في القاعدة

الكمون الكهربائي في الرأس B
 $V=V_A+V_C$ و تحسب شدتها من العلاقة

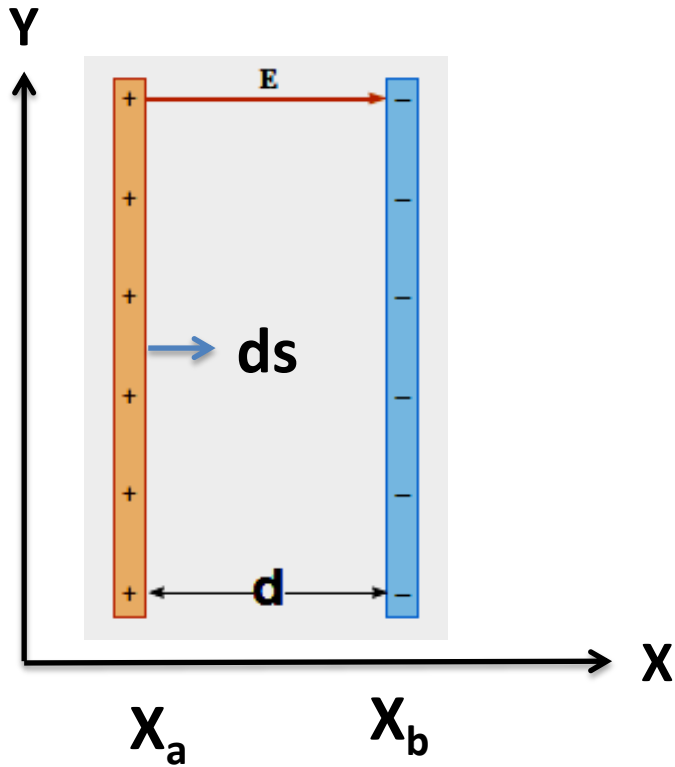
$$V_A = V_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_A}{BA} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_C}{BC}$$

$$= 9 \times 10^9 \frac{1 \times 10^{-6}}{(5)} = 1800\text{V} = 1.8\text{kV}$$

$$V=1.8+1.8=3.6\text{kV}$$



حساب الحقل الكهربائي بين صفيحتين مشحونتين بشحنتين مختلفتين تبعان عن بعضهما مسافة d



يتولد حقل كهربائي بين الصفيحتين
جهته من الشحنة الموجبة إلى الشحنة

$$\begin{aligned}
 V_1 - V_2 &= \int E \cdot ds \\
 &= \int E \cdot ds \cos \theta \\
 &= E \int_{x_a}^{x_b} ds = E(x_b - x_a)
 \end{aligned}$$

الحقل الكهربائي داخل صفيحتين
مشحونتين بشحنتين مختلفتين يعطى
بالعلاقة :

$$\leftarrow V_1 - V_2 = E \cdot d$$

$$\boxed{V_1 - V_2 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} d} \quad \leftarrow E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

عناصر الدارات الكهربائية: المقاومة الكهربائية - الملف - المكثفة الكهربائي

المقاومة الكهربائية

ترتبط حركة الاكترونات(التيار الكهربائي) ضمن الناقل مع فرق الكمون المطبق على الناقل بالعلاقة :

$$I = \sigma \frac{V \cdot A}{L}$$

بإعادة كتابة علاقة التيار
نتوصل لقانون أوم $V=RI$

يسمى σ ثابت الناقلية الكهربائية وهو ثابت يتعلق بنوع المادة و يرتبط مع المقاومة النوعية بالعلاقة :

$$\rho = \frac{1}{\sigma}$$

واحدة R

واحدة ρ

يسمى المقدار $\rho \frac{L}{A}$ بالمقاومة الكهربائية R

المكثفات الكهربائية

المكثف : ناقلين معزولين عن بعضهما مشحونين بشحنتين متساويتين بالقيمة مختلفتين بالإشارة ، يسمى الناقلان باللبوسين ويفصل بينهما عازل أو الهواء

سعة المكثفة : إذا كان لدينا ناقل مشحون كهربائياً بشحنة Q وكمونه V تسمى نسبة شحنة المكثف إلى كمونها بسعة المكثفة و يرمز لها بالرمز C :

$$C = \frac{Q}{V_1 - V_2}$$

واحدة السعة

$$[C] = \text{coul/volt} = \text{Farad}$$

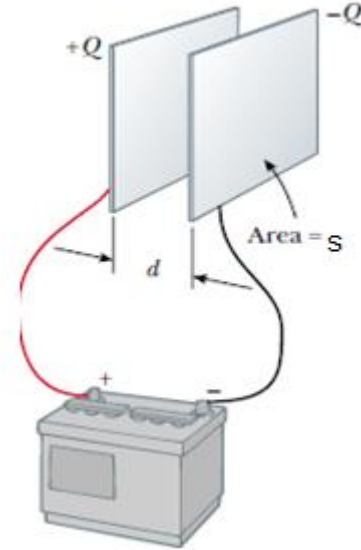
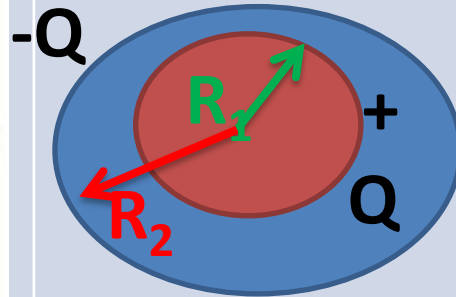
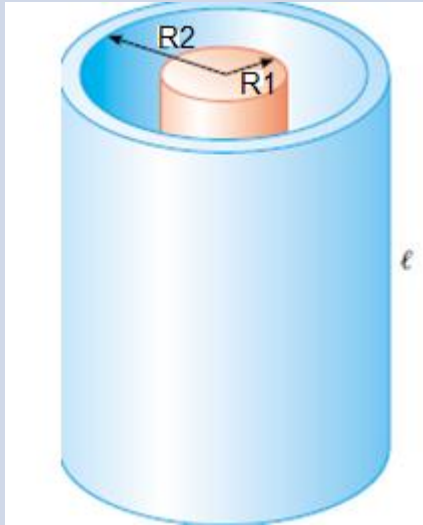
واحدات أخرى للسعة μF PF nF

طريقة حساب سعة المكثفة:

- 1- حسب الحقل الكهربائي E بين اللبوسين
- 2- إيجاد علاقة الكمون الكهربائي من علاقة الحقل بالكمون
- 3- حساب سعة المكثفة من علاقة السعة

أنواع المكثفات الكهربائية

المكثفة الأسطوانية	المكثفة الكروية	المكثفة المستوية
--------------------	-----------------	------------------



المكثفة الأسطوانية: ناقلان
أسطوانيان نصف قطر
الناقل الداخلي R_1 ونصف
قطر الناقل الخارجي R_2

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0 L}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$$

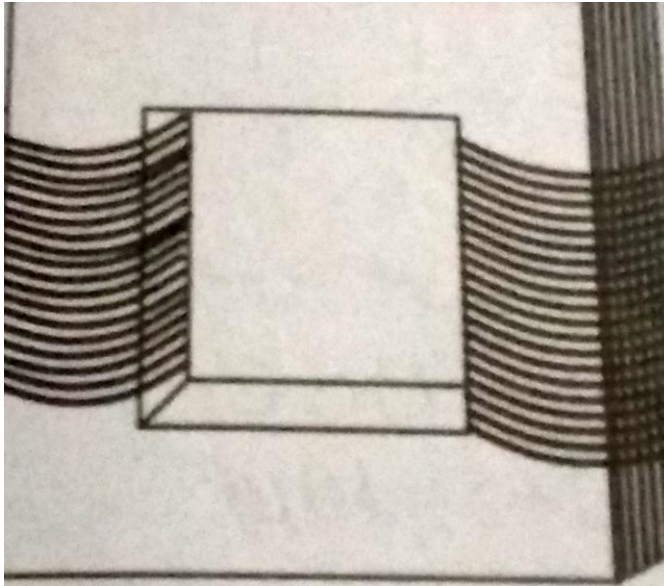
المكثفة الكروية : ناقلان
كرويان متحدا المركز
نصف قطر الأول R_1 و
نصف قطر الناقل الثاني

$$C = 4\pi\epsilon_0 \frac{r_2 r_1}{r_2 - r_1}$$

المكثفة المستوية : عبارة
عن ناقلين مستويين البعد
بينهما d
تعطى سعة المكثفة
المستوية بالعلاقة:

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

الملف الكهربائي (الوشية): سلك ناقل ملفوف عدد لفاته N ثابت وله نصف قطر معين و يسمى بالوشية ، و للملف ثابت مميز يسمى بذاتية الملف يرمز له بـ L و واحدته الهنري H



الملف
الثانوي

$N2$

الملف
الأولي

$N1$

المحولات: تتألف المحولة العادية من نواة حديدية مغلقة على شكل صفائح معزولة بعضها عن بعض و يلف عليها سلكان نحاسيان يؤلفان وشيعةتين مستقلتين متقابلتين

تسمى الوشية التي تتلقى التيار المتناوب بالوشية (الملف الأولي) والوشية أو الملف الذي نأخذ منه التيار بالملف الثانوي.

عمل المحولة

رافعة للجهد $V_1 < V_2$ $T > 1$ $T = \frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$

خافضة للجهد $V_1 > V_2$ $T < 1$

خافضة للتيار $I_2 < I_1$ $T > 1$ $T = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$

رافعة للتيار $I_1 < I_2$ $T < 1$

توضع ثلاثة أنابيب شعرية في الماء فيرتفع الماء داخل الأنابيب على ارتفاعات 2cm,4cm,8cm إذا علمت أن الماء يبطل الزجاج بشكل كامل فأوجد :

- أنصاف أقطار الأنابيب
- أنصاف أقطار تقعر سطح الماء داخل الأنابيب
- لضغط اللابلاسي المطبق في كل أنبوب

مسائل في الحركة و القذف

تدفع قطعة كتلته $m=2\text{kg}$ على طريق مائل نحو الأعلى بزاوية تساوي $\theta=30^\circ$ و بسرعة ابتدائية $v_0=22\text{m/s}$. فإذا علمت أن عامل الاحتكاك الانزلاقي بين القطعة و المستوي $\mu_k=0.3$ والمطلوب :

- أوجد قوة الاحتكاك f التي تفعل بالقطعة عندما تتحرك إلى أعلى المستوي
- ما هو الزمن الذي تستغرقه القطعة في صعودها المستوي

تحسب N من شرط التوازن على المحور y

تعطى قوة الاحتكاك بالعلاقة $f_k=\mu_k N$

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

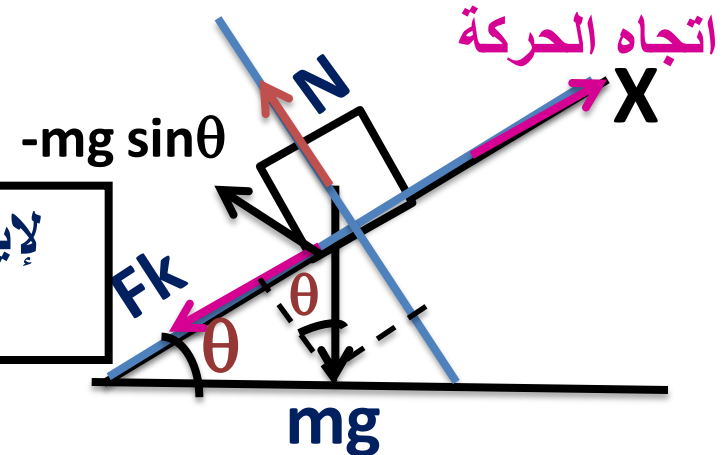
الحركة وفق المحور x مستقيمة متغيرة بانتظام
تتعدم السرعة في آخر المسار : $v_f=at+v_0$ ($v_f=0$)

لإيجاد الزمن يجب إيجاد التسارع \Leftarrow نحتاج قانون نيوتن الثاني

$$-F_k-mg \sin\theta=ma \leftarrow \Sigma F_x=m a_x$$

$$t=3s$$

$$a=-7.45\text{m/s}^2$$



حالة الصعود

مسائل في الحركة و القذف

تدفع قطعة كتلته $m=2\text{kg}$ على طريق مائل بزاوية تساوي $\theta=30^\circ$ و بسرعة ابتدائية $V_0=22\text{m/s}$. 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 :

$$\text{حيث } a=-7.45\text{m/s}^2, t=3\text{s}$$

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

$$S=32.48\text{m}$$

دراسة حالة الهبوط

