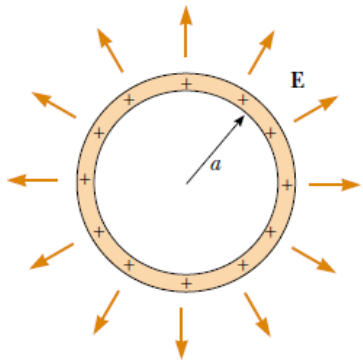
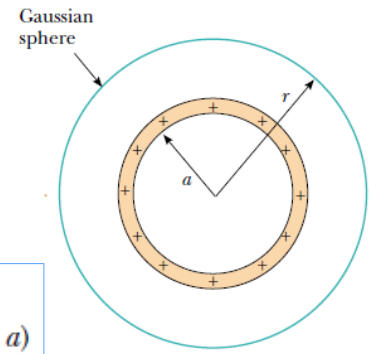
## قانون جاوس *Gauss's Law* — مثال

المجال الكهربي الناتج عن سطح كروي مشحون



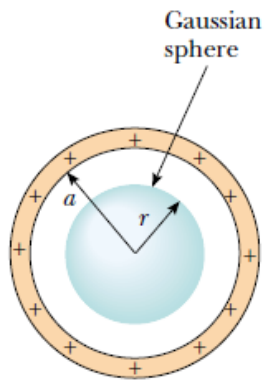

ما هو المجال الكهربي خارج السطح




$$E = k_e \frac{Q}{r^2} \qquad (\text{for } r > a)$$

## قانون جاوس *Gauss's Law* — مثال

المجال الكهربي الناتج عن سطح كروي مشحون




ما هو المجال الكهربي داخل السطح

The electric field inside the spherical shell is zero

This follows from Gauss's law applied to a spherical surface of radius r < *a*

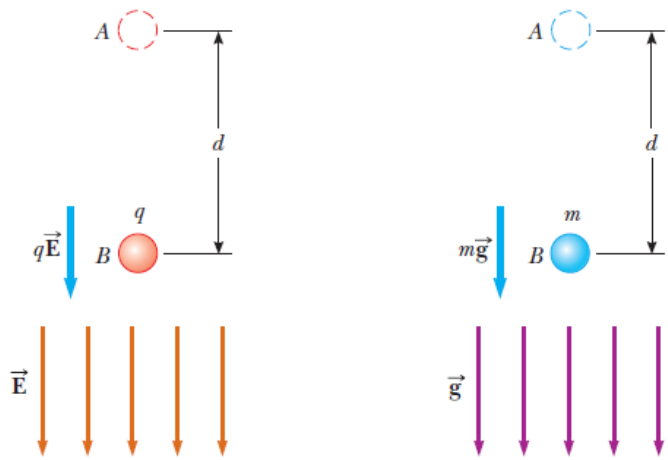
# الوحدة الثانية

## الجهد الكهربي والمكثفات Electric potential &Capacitance

## طاقة الوضع الكهربية Electric Potential Energy

ما المقصود بطاقة الوضع الكهربية

وهل تشبه طاقة الوضع الناتجة عن الجاذبية



## طاقة الوضع الكهربية Electric Potential

نفرض

تواجد شحنة اختبار $q_o$ في مجال كهربي

$F = q_0 E$ القوة التي يؤثر بها المجال على شحنة الاختبار

إذا تحركت الشحنة داخل المجال بواسطة عامل خارجي فإن الشغل المبذول بواسطة المجال على الشحنة يساوي في المقدار و يعاكس في الاتجاه للشغل المبذول على الشحنة بواسطة العامل الخارجي و المسبب للإزاحة.

the work done by the external agent is mgh and the work done by the gravitational force is -mgh

## طاقة الوضع الكهربية

الشغل المبذول بواسطة المجال الكهربي على الشحنة عند ازاحتها بمقدار ds

$$\boldsymbol{F.ds = q_o E.ds}$$

الشغل المبذول بواسطة النظام (المجال – الشحنة).

$$\boldsymbol{dU = - q_o E.\, ds}$$ التغير في طاقة الوضع

التغير في طاقة الوضع للنظام إذا تحركت الشحنة من A إلى B

$dU = U_B - U_A$

$$\Delta U = -q_0 \int_A^B \boldsymbol{E}.\boldsymbol{ds}$$ لا يعتمد على شكل المسار

## طاقة الوضع الكهربية

$$dU = -q_o \boldsymbol{E}.\, d\boldsymbol{s}$$

يمكن التعبير عن طاقة الوضع لنظام يتكون من شحنتين

$$U = -k_e \frac{q_0 q}{R}$$

R: المسافة بين الشحنتين

أو

$$U = -\frac{q_0 q}{4\pi\varepsilon_0 R}$$

تقاس طاقة الوضع بالجول J ، أو بالالكترون فولت ev

## الكترون فولت electron volt ev

### ما هو الالكترون فولت؟

The electron volt is defined as the kinetic energy that an electron gains when accelerated through a potential difference of 1 V.

**إذاً هو وحدة لقياس الطاقة**

### ما علاقته بالجول؟

Because 1 V = 1 J/C, and because the magnitude of the charge on the electron is $1.60 \times 10^{-19}$ C, we see that the electron volt is related to the joule by $1\ eV = 1.60 \times 10^{-19}\ C.V = 1.60 \times 10^{-19}$ J

## الكترون فولت electron volt ev

### متى يستخدم عادة؟

In atomic and nuclear physics.For example:

- electrons in normal atoms typically have energies of tens of eV's,
- excited electrons in atoms emitting x-rays have energies of thousands of eV's,
- high energy gamma rays electromagnetic waves) emitted by the nucleus have energies of millions of eV's.

## الجهد الكهربي و طاقة الوضع الكهربية

Dividing the potential energy by $q_0$ gives a physical quantity, The potential energy per unit charge $U/q_o$

تسمى اختصاراً الجهد **potential**

يرمز لها بالرمز **V**

$$V = \frac{U}{q} \quad \frac{J}{C}$$

Volt V

**كمية قياسية لا تعتمد على قيمة $q_0$**
و لها قيمة عند كل نقطة في المجال الكهربي

## الجهد الكهربي Electric potential

### ما هو فرق الجهد؟

فرق الجهد هو التغير في طاقة الوضع الكهربية للنظام عندما تتحرك شحنة الاختبار بين نقطتين

فرق الجهد بين نقطتين A و B

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q_0} = -\int_A^B \boldsymbol{E}.d\boldsymbol{s}$$

أو

$$= \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$$

### فرق الجهد و طاقة الوضع الكهربية

يعتمد فرق الجهد بين نقطتين فقط على توزيع شحنات المصدر دون الحاجة لتحريك شحنة اختبار، أما التغير في طاقة الوضع فيحدث فقط عندما تتحرك شحنة بين النقطتين.

الجهد الكهربي كمية قياسية تصف المجال الكهربي و لا يعتمد على تواجد أي شحنة.

Potential difference should not be confused with difference in potential energy. The potential difference between A and B depends **only** on the source charge distribution (consider points A and B without the presence of the test charge), while the difference in potential energy exists **only if** a test charge is moved between the points. Electric potential is a scalar characteristic of an electric field, independent of any charges that may be placed in the field.

طاقة الوضع الكهربي Electric Potential Energy

الجهد الكهربي Electric Potential

$$V_P = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R} \qquad U = \frac{Qq}{4\pi\varepsilon_0 R}$$

## ما هو الفرق الفيزيائي بين طاقة الوضع و الجهد الكهربي

الجهد الكهربي V هو صفة للمجال فقط و لا يعتمد على شحنة الاختبار التي قد تكون موجودة في المجال. بينما الطاقة U هي صفة للنظام (المجال – الشحنة).

إذا تواجدت عدة شحنات مختلفة ( سالبة وموجبة) فإن هناك قيمة واحدة لطاقة الوضع تجعل الشحنات بهذا التوزيع. بينما هناك قيم مختلفة للجهد تُحدد حسب بعدها عن الشحنة.

## فرق الجهد في مجال كهربائي منتظم

$$\Delta U = -q_0 \int_A^B \boldsymbol{E}.d\boldsymbol{s}$$

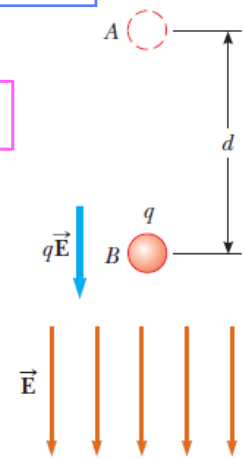
$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q_0} = -\int_A^B \boldsymbol{E}.d\boldsymbol{s}$$

تطبق هاتين المعادلتين سواء كان المجال منتظم أم متغير

هل يمكن تبسيط هاتين المعادلتين إذا كان المجال منتظم

فرق الجهد بين A و B تفصل بينهما مسافة d = |s| حيث **s** موازية لخطوط المجال.

$$\Delta V = -\int_A^B (E\cos 0)ds$$



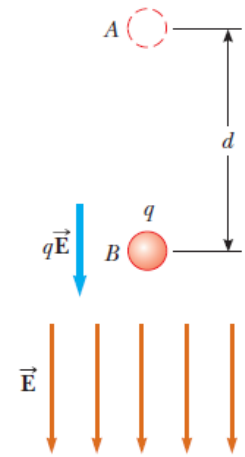
## فرق الجهد في مجال كهربائي منتظم

$$\Delta V = -\int_A^B (E\cos 0)\,ds$$

E ثابت

$$\Delta V = -E\int_A^B ds = -Ed$$

$$\Delta V = -Ed$$




الإشارة السالبة تعني أن الجهد عند B أقل من الجهد عند A : $V_B < V_A$

خطوط المجال دائماً تشير باتجاه تناقص الجهد الكهربي.

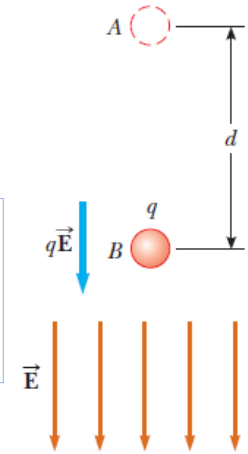
## تغير طاقة الوضع في مجال كهربائي منتظم

$$\Delta U = q_0\,\Delta V = -q_0 Ed$$

يلزم لتعيين التغير في طاقة الوضع تحريك شحنة الاختبار بين النقطتين.

إذا تحركت شحنة **موجبة** في نفس اتجاه خطوط المجال فإن طاقة الوضع للنظام **تقل** (يفقد النظام طاقة كما لو أن جسم سقط باتجاه الجاذبية الأرضية).

$q_0$ موجبة ⟸ $\Delta U$ سالبة.

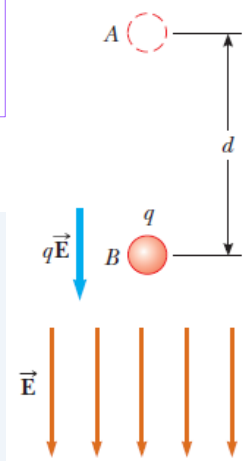



If a positive test charge is released from rest in this electric field, it experiences an electric force $q_0E$ in the direction of E (downward in Fig. 25.2a). Therefore, it accelerates downward, gaining kinetic energy.

## تغير طاقة الوضع في مجال كهربائي منتظم

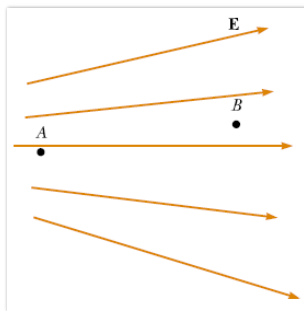
إذا تحركت شحنة **سالبة** في نفس اتجاه خطوط المجال فإن طاقة الوضع للنظام **تزداد** (يكتسب النظام طاقة كما لو رفع جسم بعكس اتجاه الجاذبية الأرضية).

$q_o$ سالبة $\Leftarrow \Delta U$ موجبة.




If a negative charge is released from rest in an electric field, it accelerates in a direction opposite the direction of the field. In order for the negative charge to move in the direction of the field, an external agent must apply a force and do positive work on the charge.

### ورقة عمل




١) من الشكل المقابل، نقطتين A و B في مجال كهربي E.

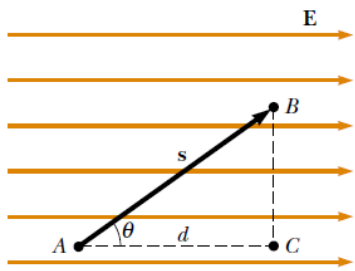
فرق الجهد $\Delta V = V_B - V_A$ يكون:

a) positive  b) negative  c) zero

٢) وضعت شحنة سالبة عند النقطة A و تحركت إلى B. التغير في طاقة الوضع للنظام (المجال–الشحنة) يكون:

a) positive  b) negative  c) zero

## فرق الجهد في مجال منتظم Potential Differences in a Uniform Electric Field




في الشكل المقابل تتحرك شحنة بين A و B في مجال كهربي منتظم.
المتجه **s** لا يوازي خطوط المجال.

ما هو فرق الجهد بين النقاط A وB وC

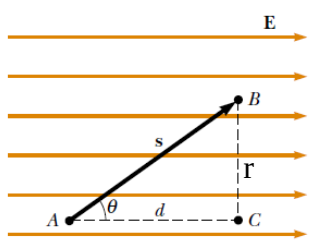
$$\Delta V = -\int_A^B \boldsymbol{E}.d\boldsymbol{s} \quad = -\boldsymbol{E}.\boldsymbol{s}$$

ماذا تعني هذه النتيجة؟

## فرق الجهد Potential difference

$\Delta V = -\boldsymbol{E}.\mathbf{s}$ $\quad\quad$ $\Delta V = -E\ s\cos\theta$

يعتمد فرق الجهد بين نقطتين على الزاوية بين المجال الكهربي ومتجه الإزاحة.




$\Delta V_{AB} = E\ s\cos\theta$

$\Delta V_{BC} = E\ r\cos\theta$
$= E\ r\cos 90 = 0$

أي أن الجهد يتساوى عند النقاط على السطح العمودي على خطوط المجال الكهربي.

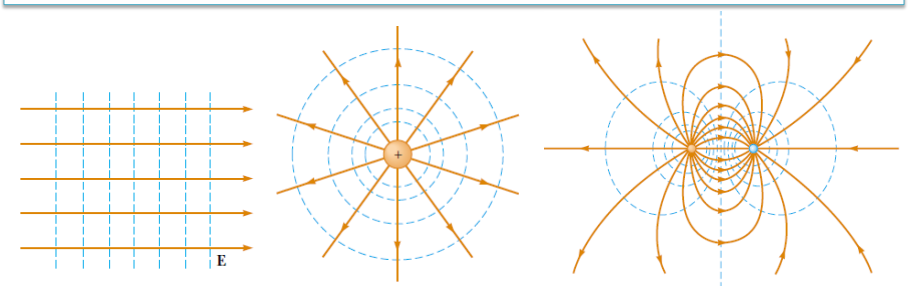
وهذا ما يطلق علية سطوح تساوي الجهد Equipotential surfaces.

## سطوح تساوي الجهد Equipotential surfaces

يطلق مسمى السطح متساوي الجهد على أي سطح له توزيع متصل لنقاط لها نفس الجهد الكهربي.

أي أن فرق الجهد بين أي نقطتين على هذا السطح يساوي الصفر.

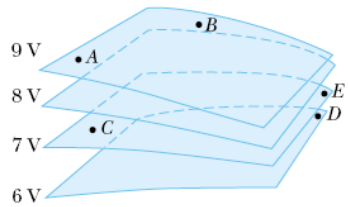
لا يلزم بذل أي شغل لنقل شحنة من نقطة إلى أخرى على هذا السطح.




الخطوط الزرقاء المقطعة تمثل سطوح يتساوى فيها الجهد. لماذا؟

## ورقة عمل

١) النقاط الموضحة على الشكل تقع على مجموعة من الأسطح متساوية الجهد رتبي (من الأكبر إلى الأصغر) الشغل المبذول بواسطة المجال الكهربي على شحنة موجبة تتحرك.
من A إلى B ، من B إلى C ، من C إلى D ، من D إلى E.



## المجال الكهربي الناتج بين لوحين متوازيين مشحونين
## Electric Field Between Two Parallel Plates of Opposite Charge

**مثال**

A battery produces a specified potential difference $\Delta V$ between conductors attached to the battery terminals. A 12-V battery is connected between two parallel plates, as shown in Figure 25.5. The separation between the plates is $d = 0.30$ cm, and we assume the electric field between the plates to be uniform. (This assumption is reasonable if the plate separation is small relative to the plate dimensions and if we do not consider locations near the plate edges.) Find the magnitude of the electric field between the plates.

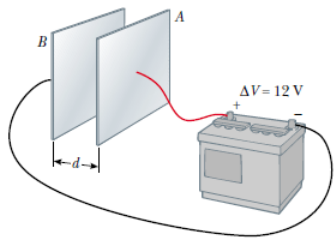



**Figure 25.5** (Example 25.1) A 12-V battery connected to two parallel plates. The electric field between the plates has a magnitude given by the potential difference $\Delta V$ divided by the plate separation $d$.

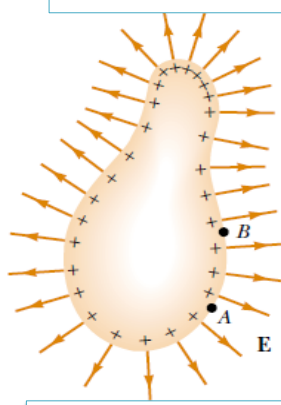
***Solution*** The electric field is directed from the positive plate ($A$) to the negative one ($B$), and the positive plate is at a higher electric potential than the negative plate is. The potential difference between the plates must equal the potential difference between the battery terminals. We can understand this by noting that all points on a conductor in equilibrium are at the same electric potential[1]; no potential difference exists between a terminal and any portion of the plate to which it is connected. Therefore, the magnitude of the electric field between the plates is, from Equation 25.6,

$$E = \frac{|V_B - V_A|}{d} = \frac{12\ \text{V}}{0.30 \times 10^{-2}\ \text{m}} = 4.0 \times 10^{3}\ \text{V/m}$$

The configuration of plates in Figure 25.5 is called a *parallel-plate capacitor*, and is examined in greater detail in Chapter 26.

## الجهد الكهربي الناتج عن موصل مشحون
## Electric Potential Due to a Charged Conductor

عرفنا أن المجال الكهربي عند سطح موصل مشحون يكون عمودي على السطح. بينما يكون المجال داخل الموصل يساوي صفر.




باعتبار نقطتين A, B على سطح الموصل بينهما عنصر مسافة ds

فرق الجهد بين A, B

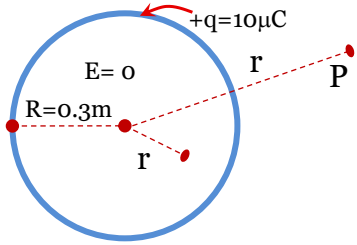
$$\mathbf{E}.d\mathbf{s} = 0$$

**نتيجة**

كل نقاط سطح موصل مشحون في حالة اتزان تكون في عند نفس الجهد

## الجهد الكهربي الناتج عن موصل مشحون
## Electric Potential Due to a Charged Conductor

**مثال**




ما هو الجهد عند نقطة P تبعد r عن مركز كرة فاندجراف؟

حيث: r< R , r= R , r= 2R

$$V_P = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R}$$

r =2R

$$V_P = \frac{10 \times 10^{-6}}{4\pi\varepsilon_0 \times 0.6} = 150\ \text{kV}$$

## الجهد الكهربي الناتج عن موصل مشحون
## Electric Potential Due to a Charged Conductor

r =R=0.3m

$$V_P = \frac{10 \times 10^{-6}}{4\pi\varepsilon_0 \times 0.3} = 300\ \text{kV}$$

وبما أن جميع النقاط على سطح الكرة تبعد بمقدار R فإن لها نفس الجهد الكهربي. أي أنه من سطوح تساوي الجهد.

ما قيمة الجهد عند نقطة في المالانهاية؟

ما قيمة الجهد عند r<R

## الجهد الكهربي الناتج عن موصل مشحون
Electric Potential Due to a Charged Conductor

تخيلي أنك تحملي شحنة مقدارها 1 C وتريدي وضعها على سطح الكرة. ما قيمة الشغل التي يجب بذلها؟ $W = q\,V$

$$W = 1C \times 300KV = 300KJ$$

تخيلي أنك وصلتي لسطح الكرة ودخلتي إلى داخل الكرة

هل تشعري بأي قوة

هل هناك أي مجال كهربي

## الجهد الكهربي الناتج عن موصل مشحون
Electric Potential Due to a Charged Conductor

عند التحرك داخل الكرة لن تواجه الشحنة أي قوة وبالتالي لن تحتاج لبذل أي شغل.

نتيجة

غياب المجال الكهربي يؤدي إلى تساوي الجهد داخل الكرة بما فيها سطح الكرة

## الجهد الكهربي الناتج عن موصل مشحون
## Electric Potential Due to a Charged Conductor