تم تحميل وعرض المادة من

موقع كتبي

المدرسية اونلاين

www.ktbby.com

موقع كتبي يعرض لكم الكتب الدراسية الطبعة الجديدة
وحلولها, توزيع مناهج, تحضير, أوراق عمل, عروض
بوربوينت, نماذج إختبارات بشكل مباشرPDF

جميع الحقوق محفوظة للقائمين على العمل

1

أساسيات الضوء

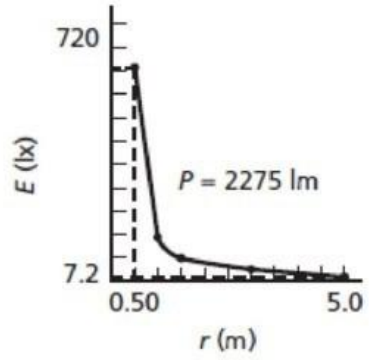
1-1 الاستضاءة

مسائل تدريبية

١)

بعد تحرك المصباح الكهربائي فإن الإضاءة تعادل $\frac{1}{9}$ الإضاءة الأصلية.

٢)



٣)

$$E=\frac{P}{4\pi d2}=7.1\ lx$$

٤)

$$P=4\pi Ed^2=8\times10^3\ lm$$

٥)

$$d_2=d_1\sqrt{\frac{P2}{P1}}=3.2\ m$$

٦)

يولد مصباح واحد استضاءة أكبر أربع مرات من الاستضاءة التي يولدها مصباحان مماثلان يقعان عند ضعف المسافة لأن $E \propto \frac{P}{d2}$

٧)

$d=ct=3.84\times10^{8}\ m$

٨)

$l_2=\frac{l1d22}{d12}=27\ cd$

٩)

$d_f=\sqrt{\frac{1}{2}}m=0.71\ m$

١٠)

$v=\frac{d}{t}=3.1\times10^{8}\ m/s$

1-2 الطبيعة الموجية للضوء

مسائل تحفيز

١. متروك للطالب.

٢. متروك للطالب.

مسائل تدريبية

(١١

$$f=\frac{c}{\lambda}=5.85\times10^{14}\ Hz$$

(١٢

$$f_{obs}=f(1-\frac{v}{c})=6.03\times10^{14}\ Hz$$

(١٣

$$v=c(\frac{\lambda o-\lambda}{\lambda})=7.02\times106\ m/s$$

ويبدو الطول الموجي المراقب (الظاهري) أكبر من الطول الموجي الحقيقي لخط طيف الأكسجين هذا يعني أن الفلكي والمجرة يتحركان مبتعدا أحدهما عن الآخر.

١٤)

الأصفر (مزيج من اللونين الأساسيين الآخرين الأحمر والأخضر).

١٥)

a.

الأصفر

b.

الأصفر

c.

الأسود

١٦)

نعم، لأن $\lambda = \frac{\nu}{f}$, $\nu = \lambda f$ لذا فعندما تقل ν فإن λ تقل أيضاً.

١٧)

تستخدم الصبغتان الصفراء والحمراء المزرقة (الأرجواني) في إنتاج اللون الأحمر. فالصبغة الصفراء تختزل اللون الأزرق وصبغة الأحمر المزرق تختزل اللون الأخضر ولا تختزل أي منها اللون الأحمر لذا سيعكس المزيج اللون الأحمر.

١٨)

تبين ما إذا كانت النظارات تقلل من السطوع الصادر عن السطوح العاكسة ومنها النوافذ والطرق المعبدة ويستفيد المصورون الفوتوغرافيون من استقطاب الضوء المنعكس بتصوير الأجسام لحظة التخلص من السطوع.

١٩)

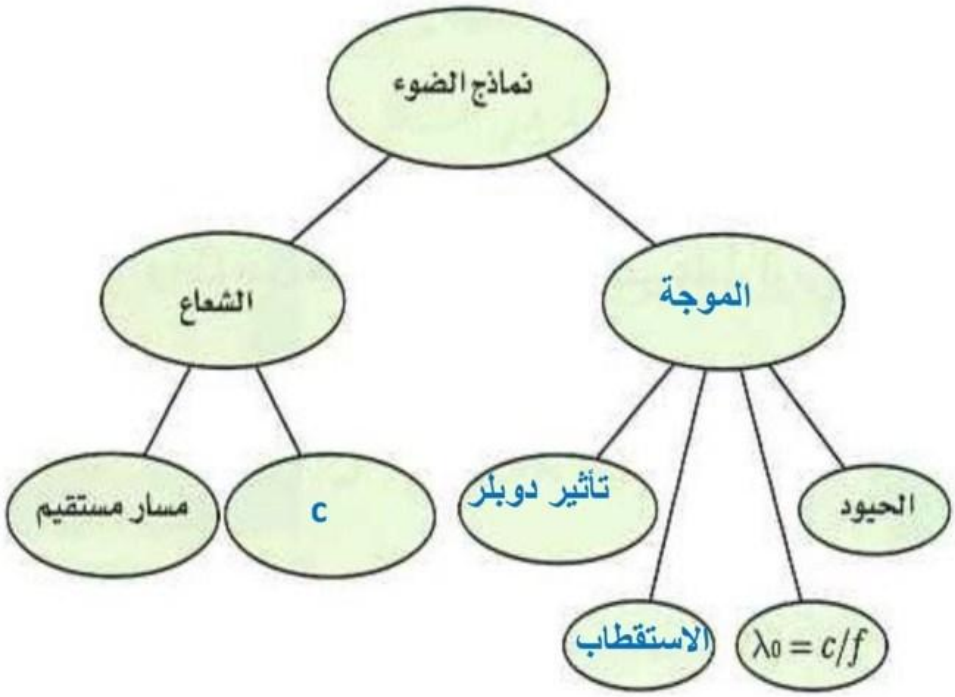
خطوط طيف الانبعاث للذرات المعروفة مزاحة نحو الأزرق في الضوء الذي نراه قادما من مجرة الأندروميدا تتحرك في اتجاه مجرتنا وذلك بسبب قوة الجاذبية وقد تكون المجرتان متحركتان في مدار متذبذب بعضهما حول بعض.

التقويم

-

خريطة المفاهيم

٢٠)



إتقان المفاهيم

(٢١

يصل إلينا ضوء الشمس من خلال الفراغ.

(٢٢

يبعث الجسم المضيء الضوء أما الجسم المستضيء (المضاء) فهو ذلك الجسم الذي يسقط عليه الضوء ثم ينعكس.

(٢٣

أنه مضاء بصورة رئيسية فالفتيلة مضيئة أما زجاج المصباح فهو مستضيء (مضاء).

(٢٤

نري الأجسام العادية غير المضيئة عن طريق عكسها للضوء.

(٢٥

يمر الضوء من خلال الوسط الشفاف دون تشوه ويمرر الوسط شبه الشفاف الضوء إلا أنه يشوهه لذلك لا يمكن تمييز الأجسام عند النظر إليها من خلاله أما الوسط المعتم فلا يمر الضوء من خلاله.

(٢٦

تتناسب الاستضاءة على سطح ما طردياً مع شدة إضاءة مصدر الضوء وتتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين السطح ومصدر الضوء.

(٢٧

سرعة الضوء كبيرة جداً إلا أنها محددة.

(٢٨

يكون الحيود أكثر وضوحاً حول العوائق التي تكون أبعادها مساوية للطول الموجي للموجة تقريباً وأغلب العوائق التي حولنا ذات أبعاد تحيد موجات الصوت ذات الطول الموجي الكبير.

٢٩)

ضوء بنفسجي.

٣٠)

من 400 nm إلى 700 nm.

٣١)

يتركب الضوء الأبيض من الألوان جميعها أو من الألوان الأساسية على الأقل.

٣٢)

يظهر الجسم باللون الأسود لأن قليلاً من الضوء – إن وجد - ينعكس عن الجسم.

٣٣)

لا، لأنه ليس لها مركبات مستعرضة.

٣٤)

لأن المجرة بعيدة فستبدو أنها تتحرك مبتعدة عن الأرض وسيزاح الطول الموجي في اتجاه اللون الأحمر ذي الطول الموجي الكبير.

٣٥)

كلما ازداد التردد قل الطول الموجي.

تطبيق المفاهيم

٣٦)

الاستضاءة $E \propto \frac{1}{r2}$ لذلك ستكون الاستضاءة عند النقطة B ربع الاستضاءة عند النقطة A.

٣٧)

a.

لا.

b.

لأن المسافة تضاعفت فإن استضاءة صفحات الكتاب تساوي ربع القيمة العظمي.

٣٨)

يطلى السطح الداخلي باللون الأسود لأنه لا يعكس أي كمية من الضوء ولذلك لن يكون هناك تداخل للضوء في أثناء مشاهدة الأجسام أو في أثناء تصويرها.

٣٩)

لن تكون سيارات الشرطة ذات اللون الأزرق الداكن مرئية لأنها تمتص الضوء الأحمر والضوء الأصفر ويتعين عليهم شراء سيارات صفراء أو طلاء سيارتهم باللون الأصفر حيث ستكون مرئية بدرجة كبيرة.

٤٠)

تتناقص الاستضاءة كما تم وصفها بوساطة قانون التربيع العكسي.

٤١)

لا يوجد تغير، لا تؤثر المسافة في شدة الإضاءة.

٤٢)

يعد الضوء المشتت من الغلاف الجوي ضوءاً مستقطباً إلا أن الضوء المشتت عن الغيوم غير مستقطب يقلل المصور كمية الضوء المستقطب الذي يصل إلى الفيلم عن طريق تدوير المرشح.

٤٣)

مزج الصبغة الزرقاء الداكنة والصبغة الحمراء المزرقة (الأرجوانية).

٤٤)

الأصفر.

(٤٥

a.

يعكس السلوفان الضوء الأحمر ويمتص أو يمرر الضوئين الأزرق والأخضر.

b.

يمرر السلوفان الضوء الأحمر.

c.

تم امتصاص الضوء الأزرق والضوء الأخضر.

(٤٦

الأسود، غالباً لا ينفذ ضوء لأن الضوء المار من خلال المرشح الأول يمتص بوساطة المرشح الثاني.

(٤٧

يجب أن تكون سرعة السيارة 4.65×10^{7} m/s، أكثر من 100×106 mph.

إتقان حل المسائل

(٤٨

$$E=\frac{P}{4\pi d2}=2\ lx$$

(٤٩

$$d=vt=3.84\times10^{8}\ m$$

(٥٠

يجب ضبطه على 100 w (1620 lm)

(٥١

.a

3.9×10^{9} m

.b

25 km/s

.c

$v=\frac{d}{t}=30$ km/s

(٥٢

$P_2=\frac{P1\ d22}{d12}=1.31\times10^{3}$ lm

(٥٣

تكون المرآة عند منتصف المسافة التي ينتقلها الضوء خلال 0.1 s أي 1500 km مبتعداً وهذه المسافة تمثل $\frac{3}{8}$ محيط الأرض حيث إن محيط الأرض يساوي 4000 km.

(٥٤

7×10^{-7} m

(٥٥

$v=c(\frac{\lambda o-\lambda}{\lambda})=3.09\times10^{6}$ m/s

(٥٦

يجب أن يتجه محور النفاذ رأسياً لأن الضوء المنعكس عن الطريق يكون مستقطباً جزئياً في الاتجاه الأفقي فلا يمرر محور النفاذ الرأسي الموجات الأفقية.

(٥٧

$v=c(\frac{\lambda o-\lambda}{\lambda})=1.95\times10^{7}$ m/s

(٥٨

إن القيمة غير الحقيقية للطول الموجي هي التي تجعل المجرة تبدو لنا وكأنها تتحرك بسرعة قريبة من سرعة الضوء أو أكبر منها وباستخدام معادلة إزاحة دوبلر لسرعة قليلة تعطي طولاً موجياً ظاهرياً مقداره $2\ \lambda$ لذا أي طول موجي ظاهري قريب أو أكبر من ضعف الطول الموجي الحقيقي سيكون غير حقيقي.

(٥٩

الضوء المنعكس مستقطب جزئياً في اتجاه مواز لسطح البحيرة ومتعامد مع اتجاه انتشار الضوء من البحيرة إلى عينيك.

مراجعة عامة

(٦٠

$$\frac{3.3}{\sqrt{2}}=2.3\ \text{m}$$

(٦١

$$d_2=d_1\sqrt{\frac{l2}{l1}}=15\ \text{m}$$

(٦٢

يصل الضوء إليك خلال $5.3\ \mu s$ بينما الصوت إلى $4.7\ s$.

(٦٣

$$\Delta\lambda=\pm\frac{v}{c}\lambda=\pm3.3\times10^{-12}\ \text{m}$$

التفكير الناقد

٦٤)

لأنه لم يكن قادراً على قياس الفترات الزمنية الصغيرة المتضمنة في قياس المسافات التي يقطعها الضوء بين نقطتين على سطح الأرض.

٦٥)

a.

القطع الزائدة.

b.

تربيع عكسي.

٦٦)

نعم، الضوء المنعكس مستقطب جزئياً لذلك ستقلل نظارات الاستقطاب من السطوع أو الوهج إذا رتبت محاور استقطابها بصورة صحيحة.

الكتابة في الفيزياء

٦٧)

متروك للطالب.

٦٨)

متروك للطالب.

مراجعة تراكمية

٦٩)

8.8 cm

- اختبار مقنن

أسئلة اختيار من متعدد

١) 1.75×10^{5} yr .b

٢) 5.7×10^{14} Hz .c

٣) 1.4×10^{8} km .c

٤) 7.43×10^{14} Hz .d

٥) d. يتكون اللون الذي يظهر به الجسم نتيجة امتصاص أطوال موجية للضوء وانعكاس بعضها الأخر.

٦) 1.1×10^{3} m .d

الأسئلة الممتدة

٧)

$I_2=0.25\ I_0$

٢

الانعكاس والمرايا

2 -1 الانعكاس عن المرايا المستوية

مسائل تدريبية

١)

السطوح تصبح ملساء أكثر.

٢)

.a

$\Theta_r=\Theta_i=42^o$

.b

$\Theta_{im}=90-\Theta_i=48^o$

.c

$\Theta_i+\Theta_r=84^o$

٣)

$\Theta_r=\Theta_i=51^o$

٤)

$\Theta_{im}=90-\Theta_i=60^o$

٥)

$\Theta_{im}=90-\Theta_i=10^o$

٦)

يطبق قانون الانعكاس على الأشعة المفردة للضوء. السطوح الخشنة تؤدي إلى انعكاس الأشعة الضوئية في اتجاهات مختلفة لكن لكل شعاع زاوية سقوط مساوية لزاوية الانعكاس.

٧)

سطح عاكس منتظم: زجاج النافذة، سطح ماء ساكن، معدن مصقول.

سطح عاكس غير منتظم: ورقة، معدن خشن، زجاج خشن، إبريق حليب بلاستيكي.

٨)

تبعد الصورة 3m عن المرآة وطولها يساوي 50 cm وتكون وهمية.

٩)

المخططات التوضيحية يجب أن ترسم بحيث توضح أن موقع الشمس تماماً فوق الرأسي وعلى الأغلب سينعكس الضوء في اتجاه عين السائق وفق قانون الانعكاس.

١٠)

سينعكس الضوء الساقط عن سطح الجسم في الاتجاهات جميعها مما يجعلك قادراً على رؤية الجسم من أي موقع.

2-2 المرايا الكروية

مسائل تدريبية

١١)

$$d_i = \frac{do\ f}{do - f} = 28.8\ cm$$

١٢)

$$h_i = \frac{-diho}{do} = -1.9\ cm$$

١٣)

الموقع: 26.7 cm، الطول: 50 cm

مسألة تحفيز

١. متروك للطالب.

٢. متروك للطالب.

٣. متروك للطالب.

مسائل تدريبية

١٤)

من الرسم: -8.57 cm

١٥)

الموقع: -10.7 cm، القطر: 1.1cm

١٦)

$$f=\frac{do\ di}{do+di}= -96\ cm$$

١٧)

$$f=\frac{do\ di}{do+di}= -0.6\ cm$$

مراجعة

١٨)

ضع الجسم بين المرآة والبؤرة ستكون الصورة المتكونة وهمية.

١٩)

$$m=\frac{-di}{do}= -0.82\ cm$$

٢٠)

$$d_i=\frac{do\ f}{do-f}= 26\ cm$$

٢١)

الموقع: 26.4 cm، الطول: -3.6 cm

٢٢)

الموقع: -6.46 cm، الطول: 1.8 cm

(٢٣

$$r=2|f|=29\ cm$$

(٢٤

$$f=\frac{do\ di}{do+di}=-36\ cm$$

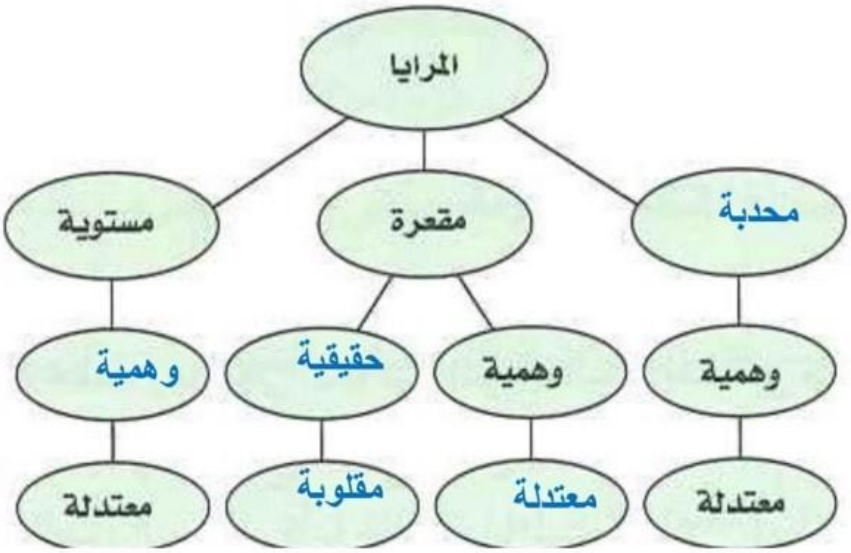
(٢٥

سيكون أقل بالنسبة لمرآة ارتفاعها أصغر نسبياً مقارنة بنصف قطر تكورها تكون الأشعة المتشتتة والقادمة من الجسم والتي تسقط على المرأة قريبة أكثر من المحور الرئيس لذلك ستتجمع تلك الأشعة في مكان قريب من المرآة فتتكون صورة غير واضحة.

التقويم

خريطة المفاهيم

(٢٦



إتقان المفاهيم

(٢٧

عندما تسقط أشعة متوازية على سطح أملس فإنها تنعكس عنه بحيث تكون متوازية بعضها بالنسبة إلى بعض أيضاً والناتج هو صورة طبق الأصل للأشعة الساقطة أما عندما تنعكس الأشعة عن سطح خشن فإنها تنعكس مشتتة في اتجاهات مختلفة لذلك لا تتكون صورة للمصدر.

(٢٨

أي خط متعامد على السطح عند أي نقطة.

(٢٩

تقع الصورة على الخط المتعامد على المرآة وتقع خلف المرآة على بعد مساو لبعد الجسم الموضوع أمام المرآة.

(٣٠

المرآة المستوية عبارة عن سطح مستو مصقول ينعكس عنه الضوء انعكاساً منتظماً وتكون الصورة المتكونة بوساطة المرآة المستوية وهمية ومعتدلة وبعدها عن المرآة مساوياً لبعد الجسم عن المرآة وتقع خلفها.

(٣١

لا، فالأشعة لا تتجمع لتكون الصورة الوهمية، لا تتكون صورة والطالب لا يلتقط صورة، تتكون الصور الوهمية، تتكون خلف المرآة.

(٣٢

ضع قطعة من ورقة مستوية أو فيلم فوتوغرافي في موقع الصورة وسوف تكون قادراً على تجميع الصورة.

(٣٣

الأشعة المتوازية المحاذية للمحور والتي تسقط على حواف المرآة المقعرة والكروية لا تنعكس مرآة بالبؤرة هذا ما يسبب الزوغان الكروي.

(٣٤

$C=2f$

(٣٥

التكبير يساوي سالب بعد الصورة مقسوماً على بعد الجسم عن المرآة.

(٣٦

تستخدم المرايا المحدبة لرؤية المناظر من الخلف في السيارات لأنها توفر مدى واسعاً للرؤية مما يساعد السائق على رؤية مساحة أكبر من التي توفرها المرايا العادية للمشاهد الخلفية بالنسبة للسائق.

(٣٧

لأنها تشتت الأشعة الضوئية.

تطبيق المفاهيم

(٣٨

تنعكس كمية أقل من الضوء عن الطريق المبتلة نحو السيارة.

(٣٩

الصفحات الملساء والمصقولة تعكس الضوء بتشتت أقل من الصفحات الخشنة لذلك ينتج عن الصفحات الملساء وهج أكبر.

(٤٠

ستتكون الصورة عند مركز التكور C، وستكون مقلوبة وحقيقية وبحجم الجسم نفسه.

(٤١

ستتكون الصورة بين C, F وستكون مقلوبة وحقيقية وأصغر من الجسم.

(٤٢

يتعين عليك استعمال مرآة قطع مكافئ لتقليل الزوغان الكروي.

(٤٣

يمكنك أن تستخدم فقط مرآة مقعرة وأن تضع الجسم خلف البؤرة لتتكون صورة حقيقية أما المرأة المحدبة فلا تكون صورة حقيقية لأن الصور المتكونة في المرايا المحدبة المنفردة دائماً وهمية.

(٤٤

تستخدم مرآة مقعرة بحيث يوضع الجسم خلف مركز التكور أو تستخدم مرآة محدبة ويوضع الجسم في أي نقطة أمامها.

(٤٥

توفر المرآة المحدبة صوراً مصغرة وهمية ومعتدلة وأقرب إلى المرآة من الجسم.

(٤٦

المرايا المحدبة توفر مدى أوسع للرؤية.

إتقان حل المسائل

(٤٧

$\Theta_r=\Theta_i=38^o$

(٤٨

a.

$\Theta_r=\Theta_i=53^o$

b.

$\Theta=\Theta_i+\Theta_r=106^o$

(٤٩

يسقط الشعاع القادم من قمة الرأس بسطح المرآة عند منتصف المسافة بين الرأس والعينين ويسقط الشعاع القادم من القدمين بسطح المرآة في منتصف المسافة بين القدمين والعينين وتمثل المسافة بين النقطة التي يصطدم عندها الشعاعان بالمرآة نصف الطول الكلى.

(٥٠

الصورة على بعد 1.2 m خلف المرآة لذلك يجب أن توضع عدسة الكاميرا على بعد 2.4 m.

(٥١

a.

الانعكاس عن المرآة الأولي: 30^o

وعن المرآة الثانية: 60^o

b.

متروك للطالب.

٥٢)

15^{o}

٥٣)

48^{o}

٥٤)

$$h_i = \frac{-di\ ho}{do} = -1.8\ m$$

٥٥)

حقيقية ومقلوبة وأطول من طول الجسم.

٥٦)

الموقع: 33 cm، الطول: -4.1 cm

٥٧)

75 cm

٥٨)

$$d_i = \frac{do\ f}{do - f} = -3.8\ m$$

٥٩)

٥ مرات.

٦٠)

الموقع: 70.5 cm، الطول: -9.4 cm

٦١)

a.

$$d_i = \frac{do\ f}{do - f} = -24\ cm$$

b.

$$h_i = \frac{di\ ho}{do} = 9\ cm$$

٦٢)

a.

متروك للطالب.

b.

$$d_i = \frac{do\ f}{do - f} = 4\ cm$$

c.

-8 cm

مراجعة عامة

٦٣)

62°

٦٤)

طول الصورة: 1 cm

الموقع: 2.7 cm

٦٥)

$$d_i = \frac{do\ f}{do - f} = -6.9\ cm$$

٦٦)

a.

$$d_i = \frac{do\ f}{do - f} = 22.9\ cm$$

b.

$$h_i = \frac{-di\ ho}{do} \quad -1.8\ cm$$

(٦٧

$$d_i=\frac{do\ f}{do-f}=-72\ cm$$

(٦٨

$$d_i=\frac{do\ f}{do-f}=58\ cm$$

(٦٩

.a

$$d_i=\frac{do\ f}{do-f}=-1.5\ m$$

.b

0.38

(٧٠

.a

الصورة المكبرة المعتدلة تتكون فقط في المرآة المقعرة ولجسم موضوع على بعد أقل من البعد البؤري.

.b

32 mm

(٧١

متروك للطالب.

(٧٢

البعد البؤري يساوي 12 cm-

التفكير الناقد

(٧٣

عندما تكون الكرة خلف النقطة C، تكون الصورة أصغر من الكرة وكلما تدحرجت الكرة نحو المرآة سيزداد حجم صورة الكرة وعندما تكون الكرة في مركز التكور C يكون حجم

الصورة مساوياً لحجم الكرة ويستمر حجم الصورة في الازدياد حتى تختفي الكرة وعندها تكون الكرة في البؤرة F وبعد تعدي F تصبح الصورة وهمية ومكبرة ومعتدلة.

٧٤)

11 cm

٧٥)

(a

توضع المرآة المحدبة لتعترض الأشعة القادمة من المرآة المحدبة قبل أن تتقارب وتعمل المرآة المحدبة على جعل نقطة التقارب في الاتجاه المعاكس وتزيد من المسافة الكلية التي يقطعها الضوء قبل التقارب وهذه العملية تزيد بشكل فعال البعد البؤري مقارنة باستخدام المرآة المقعرة فقط لذا تزيد من التكبير الكلي.

(b

مقلوبة في كل مرة تتقاطع الأشعة الضوئية تكون الصور مقلوبة.

الكتابة في الفيزياء

٧٦)

(a

متروك للطالب.

(b

متروك للطالب.

٧٧)

متروك للطالب.

مراجعة تراكمية

٧٨) متروك للطالب.

اختبار مقنن

أسئلة اختيار من متعدد

١)
d. خلف مركز التكور

٢)
c. 44 cm

٣)
d. 42 cm

٤)
a) جميع المرايا الكروية.

٥)
c. 14 cm

٦)
d. 27.3 cm

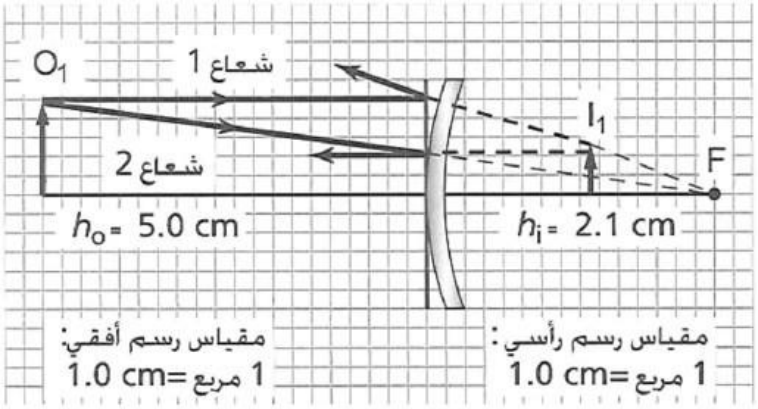
٧)
a) -34 cm

٨)
c. 2.0، (مقلوبة).

الأسئلة الممتدة

(٩

$h_i = 2.1\ cm$



3

الانكسار والعدسات

3 -1 انكسار الضوء

مسائل تدريبية

١)

$n_1 \sin\Theta_1 = n_2 \sin\Theta_2$, $\Theta_2 = 26.3^\circ$

٢)

$n_1 \sin\Theta_1 = n_2 \sin\Theta_2$, $\Theta_2 = 22.1^\circ$

٣)

$n_1 \sin\Theta_1 = n_2 \sin\Theta_2$, $n_2 = 1.5$

مراجعة

٤)

يجب أن يكون بين 1.33 و 1.52.

٥)

$n_1 \sin\Theta_1 = n_2 \sin\Theta_2$, $n_2 = 1.46$

٦)

لا فهذا يعني أن سرعة الضوء في الوسط أكبر من سرعة الضوء في الفراغ.

٧)

$$V=\frac{c}{n}=1.99\times10^{8}\ m/s$$

٨)

الزجاج التاجي لأن معامل انكساره أقل لذا ينتج انعكاس كلي داخلي.

٩)

$$n_1 \sin\Theta_1 = n_2 \sin\Theta_2 \ , \quad \Theta_2= 48.4^{o}$$

١٠)

نعم ولكن لا يوجد زاوية حرجة عندما ينتقل الضوء من الماء إلى الزجاج.

١١)

وذلك بسبب انحراف أشعة الضوء في الغلاف الجوي وانكسارها.

١٢)

في الشرق لأن الشمس تكون في الغرب وأشعة الشمس تسطع من خلفك حتى ترى قوس المطر.

العدسات المحدبة والمقعرة

مسائل تدريبية

(١٣

الموضع: 20 cm، الطول: 3.4 mm

(١٤

d_i=50 mm , d_0=50 mm

مسائل تدريبية

(١٥

$d_i=\frac{do\,f}{do-f}$= -8.6 cm

(١٦

الموضع: -4.7 cm ، القطر: 2.8 cm

(١٧

$d_i=\frac{do\,f}{do-f}$= -4.7 cm

مراجعة

(١٨

إذا كان موضع الجسم على بعد أكبر من ضعف البعد البؤري من العدسة يكون حجم الصورة أصغر من حجم الجسم.

(١٩

الموقع: 3 cm-، الطول: 4.5 cm

(٢٠

أ-
العدسات a,c

ب-
العدسات d,b

(٢١

تستخدم الأدوات البصرية الدقيقة جميعها مجموعة من العدسات تسمي العدسات اللالونية لتقليل الزوغان اللوني.

(٢٢

أقرب إلى العدسة.

(٢٣

ستتباعد أشعة الضوء.

3-3 تطبيقات العدسات

مسألة تحفيز

١. متروك للطالب.

٢. متروك للطالب.

٣. متروك للطالب.

٤. متروك للطالب.

مراجعة

(٢٤

إن الفرق بين معامل الانكسار للهواء وللقرنية أكبر من أي فرق تواجهه أشعة الضوء عندما تنتقل نحو الشبكية.

(٢٥

يجب أن يستخدم الشخص المصاب بقصر النظر عدسة مقعرة أما الشخص المصاب بطول النظر فيستخدم عدسة محدبة.

(٢٦

بعد أن يعبر الضوء من خلال العدسة الشيئية تتقاطع الأشعة مشكلة صورة مقلوبة فتصحح العدسة العينية هذا الاتجاه على اعتبار أن هذه الصورة هي جسم آخر لها.

(٢٧

يقوم المنشور بزيادة طول مسار الضوء لجعل المنظار مضغوطاً أكثر وانقلاب أشعة الضوء بحيث يرى المشاهد صورة معتدلة وزيادة المسافة الفاصلة بين العدستين الشيئيتين مما يحسن من الرؤية ثلاثية الأبعاد للجسم.

(٢٨

أقرب، تكون الصور الحقيقية دائماً أبعد من البعد البؤري- كلما زاد بعد الجسم عن العدسة تكون الصورة أقرب للبؤرة.

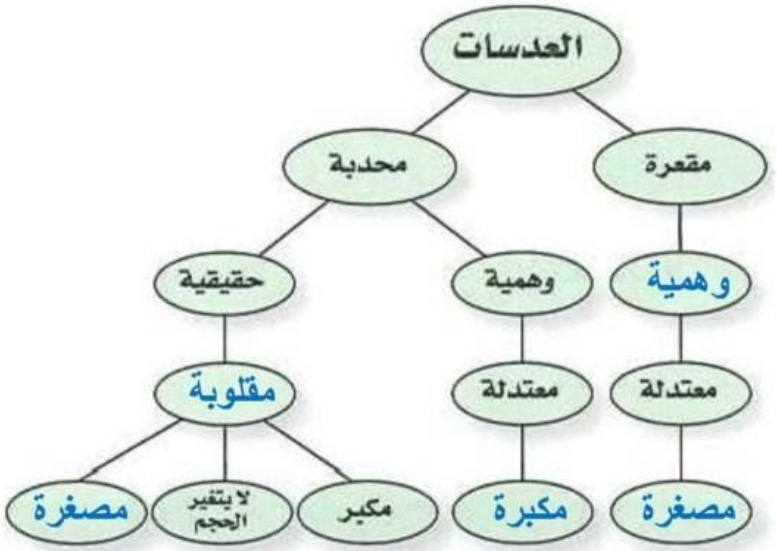
(٢٩

لقد استخدمت الضوء الذي سقط على مساحة صغيرة من الجسم فقط يمكن استخدام مصباح أكثر سطوعاً.

التقويم

خريطة المفاهيم

٣٠)



إتقان المفاهيم

٣١)

تكون زاوية السقوط أكبر من زاوية الانكسار لأن معامل انكسار الهواء أقل.

(٣٢

ينتقل الضوء ذو الألوان المختلفة في الهواء بالسرعة نفسها.

(٣٣

تحجب الأرض أشعة الشمس عن القمر في أثناء خسوف القمر ومع ذلك تتجه أشعة الشمس المنكسرة في الغلاف الجوي للأرض نحو الداخل في اتجاه القمر لام الطول الموجي للضوء الأزرق يتشتت أكثر بينما ينعكس الطول الموجي للضوء الأحمر عن القمر في اتجاه الأرض.

(٣٤

يحدد معامل انكسار المادة التي صنعت منها العدسة موقع بؤرتها.

(٣٥

لقد احتوى النظام البصري لآلة العرض على عدسة أخرى لقلب الصورة مجدداً فتصبح الصورة معتدلة نتيجة ذلك مقارنة بالجسم الأصلي.

(٣٦

للعدسات جميعها زوغان لوني مما يعني انحراف أطوال موجية مختلفة من الضوء بزوايا مختلفة قليلا عند أطرافها وتكون العدسة اللالونية مكونة من عدستين أو أكثر ولها معاملات انكسار بقيم مختلفة لتعمل على تقليل هذا الأثر.

(٣٧

قصر النظر.

(٣٨

صورة حقيقية، مقلوبة.

(٣٩

يعمل ذلك على تحسين المشاهدة الثلاثية الأبعاد.

(٤٠

تعمل المرآة العاكسة على انحراف الصورة في اتجاه المنشور بحيث يمكن مشاهدتها قبل التقاط الصورة الفوتوغرافية عند ضغط مفتاح نافذة آلة التصوير فإن المرآة العاكسة تبتعد لتركز العدسة الصورة على سطح الفيلم أو على كاشف تصويري آخر.

تطبيق المفاهيم

(٤١

الزاوية في المادة A أقل لذا يكون معامل انكسارها أكبر.

(٤٢

كلما زاد معامل انكسار المادة نقصت الزاوية الحرجة.

(٤٣

يبين هذا انكسار الضوء عند زوايا أكبر من الزاوية الحرجة أو حدوث انعكاس كلي داخلي.

(٤٤

تستطيع رؤية قوس المطر عندما تأتي أشعة الشمس من خلفك بزاوية لا تزيد على 42^{o} مع الأفقي فقط وعندما تواجه الجنوب في نصف الكرة الشمالي فإن الشمس لا تكون خلفك مطلقاً عند زاوية لا تزيد على 42^{o} ولن تري مطلقاً قوس المطر في السماء شمالاً عند وجودك في النصف الجنوبي للكرة حيث يمكنك رؤية قوس المطر عندما تكون الشمس خلفك عند الزاوية الصحيحة.

٤٥)

يكون التكبير في الماء أقل كثيراً من التكبير في الهواء ويكون الاختلاف في معاملات الانكسار للماء والزجاج أقل كثيراً من الاختلاف في معاملات الانكسار للهواء والزجاج.

٤٦)

يعزي الزوغان اللوني للعدسات إلى تشتت الضوء ولا يعتمد الانعكاس في المرايا على الطول الموجي.

٤٧)

تعمل العيون على تركيز الضوء الساطع بشكل أفضل لأن الأشعة المنكسرة بزوايا أكبر تزال بوساطة القزحية لذا تتجمع الأشعة عند مدى زوايا صغير لذا يكون الزوغان الكروي أقل.

إتقان حل المسائل

٤٨)

أ-

$n_1 \sin\Theta_1 = n_2 \sin\Theta_2$, $n_2=1.33$

ب-

الماء

٤٩)

أ-

$n_1 \sin\Theta_1 = n_2 \sin\Theta_2$, $\Theta_2=25.4^o$

ب-

$n_1 \sin\Theta_1 = n_2 \sin\Theta_2$, $\Theta_2=28.9^o$

(٥٠

$V=\frac{c}{n}=1.24\times10^{8}$ m/s

(٥١

$\Theta_c=\sin^{-1}(\frac{n2}{n1})= 24.4^{o}$

(٥٢

$n_1 \sin\Theta_1 = n_2 \sin\Theta_2$, $\Theta_2=49.7^{o}$

(٥٣

أ-

$n_1 \sin\Theta_1 = n_2 \sin\Theta_2$, $\Theta_2= 53^{o}$

ب-

1.1 m، ضحل أكثر.

(٥٤

$n_1 \sin\Theta_1 = n_2 \sin\Theta_2$, $\Theta_2= 13.7^{o}$

(٥٥

$d_i=\frac{do\, f}{do-f}=$ 10 cm

(٥٦

$f=\frac{do\, di}{do+di}=$ 14 cm

٥٧)

أ-

$$f=\frac{do\ di}{do+di}= 6\ cm$$

ب-

h_i=-12 cm , d_i=60 cm، مقلوبة

٥٨)

أ-

البعد: 7.5 cm، الطول: 3 cm

ب-

البعد: 15 cm، الطول: 6 cm

وتكون الصورة معتدلة مقارنة بالجسم ووهمية.

٥٩)

$$d_i=\frac{do\ f}{do-f}= 56\ cm$$

٦٠)

أ-

$$d_i=\frac{do\ f}{do-f}= 66.7\ cm$$

ب-

$1.67\ h_0$، تكون الورقة المنسوخة مكبرة ومقلوبة.

(٦١

أ-

$d_i = \frac{do\, f}{do - f} = 60$ mm

ب-

-5

ج-

-20 mm

د-

-10

مراجعة عامة

(٦٢

أ-

6.7^o

ب-

الأشعة المنعكسة تتلاقى على عمق 8.9 cm أسفل سطح الماء وهذا هو العمق الظاهري.

(٦٣

1.41

(٦٤

1.28×10^8 m/s

٦٥)

7 cm

٦٦)

يجب أن تكون زاوية السقوط في الهواء فإذا اعتبرنا أن المادة الأولى هي الهواء فعندها تكون $n=n_1=1$ لذا فإن:

$n_1 \sin\Theta_1 = n_2 \sin\Theta_2$

$\sin\Theta_1 = n$

٦٧)

2.7 دقيقة.

٦٨)

متروك للطالب.

التفكير الناقد

٦٩)

للضوء الأحمر: 24.173^o، للضوء الأزرق: 23.543^o

الفرق= 0.630^o

٧٠)

49.8^o وعند المقارنة فإن الزاوية الحرجة للزجاج والذي له $n=1.54$ هي 40.5^o والزاوية الحرجة الأكبر تعني أن أشعة أقل سيحدث لها انعكاس كلي داخلي في قلب الجليد من تلك التي ستنعكس في قلب الزجاج لذا فإنها لن تكون قادرة على نقل ضوء أكثر ومن ثم فإن الألياف البصرية المصنوعة من الزجاج ستعمل بشكل أفضل.

٧١)

ستصبح خافتة؛ لأن عدداً أقل من الأشعة سيتقارب ولكن سترى صورة كاملة.

٧٢)

متروك للطالب.

٧٣)

متروك للطالب.

٧٤)

إن حدة صوت منبه السيارة الذي يسمعه المشاة سيقل عندما تقل سرعة السيارة.

- اختبار مقنن

أسئلة اختيار من متعدد

١)

c. 33°

٢)

d. 2.42

٣)

a. الحيود

٤)

b. 4.70 cm

٥)

c. الانعكاس

٦)

b. -1.20 m

٧)

d. 61.0°

٨)

b. تعتم الصورة

٩)

55.9°

١٠)

$$m=\frac{-6.98\ cm}{-2.95\ cm}=0.423$$

وتكون صورة مصغرة للجسم على بعد سالب مما يعني أن العدسة مقعرة.

4

التداخل والحيود

4-1 التداخل

مسائل تدريبية

(١

$$x=\frac{\lambda l}{d}=18.8\ mm$$

(٢

$$d=\frac{\lambda l}{x}=9.66\mu m$$

مسائل تدريبية

(٣

$$t=\frac{\lambda}{4no}=109\ nm$$

(٤

$$t=\frac{\lambda}{4nf}=101\ nm$$

(٥

$$t=\frac{\lambda}{4nf}=97.9\ nm$$

مراجعة

٦)

$$t=\frac{3\lambda}{4nf}=324\ nm$$

٧)

عندما تواجه الموجة شقاً فإنها تنحني فالضوء يحيد بوساطة الشقوق والضوء النافذ من أحد الشقوق يتداخل مع الضوء النافذ من الشق الآخر فإذا كان التداخل بناءاً فسيتكون هدب مضيء أما إذا كان التداخل هداماً فإن الهدب سيكون معتماً.

٨)

ستكون شبيهة بالنمط الذي تشاهده للضوء الأحمر.

٩)

تصبح أهداب الضوء بعضها أقرب إلى بعض.

١٠)

أ-

$$t=\frac{\lambda}{4nf}=75.8\ nm$$

ب-

$$t=\frac{3\lambda}{4nf}=227\ nm$$

١١)

$\sin\Theta=\tan\Theta$ إلى أرقام كبيرة تصل إلى 9.9^o وزيادة القياس يقلل هذه الزاوية إلى 2.99^o.

4 -2 الحيود

مسائل تدريبية

١٢)

$$x_{min}=\frac{\lambda L}{w}=4.3\ mm$$

١٣)

$$\lambda=\frac{2x1\ w}{2L}=5.9\times10^{2}\ nm$$

١٤)

أ-

الأحمر لأن عرض الهدب يتناسب طردياً مع الطول الموجي.

ب-

للأزرق: 18 mm ، للأحمر: 25 mm

مسألة تحفيز

١. متروك للطالب.

٢. متروك للطالب.

مسائل تدريبية

(١٥

يشاهد طيف ضوئي كامل للون وذلك لاختلاف الأطوال الموجية الأهداب المعتمة لأحد الأطوال الموجية ستمتلئ بالأهداب المضيئة للون آخر.

(١٦

$$d=9.4\times10^{-7}\ m$$

(١٧

$$x=L\ \tan\Theta=0.449\ m$$

(١٨

$$\lambda=d\ \sin\Theta=490\ nm$$

(١٩

$$d=\frac{\lambda}{sin\Theta}=1.6\times10^{3}$$

مراجعة

(٢٠

$$2x_{min}=\frac{2\lambda L}{w}=9.3\ mm$$

(٢١

سنة ضوئية $x= (1.22\times550\times8.44) \div 2.4= 2359.6$

(٢٢

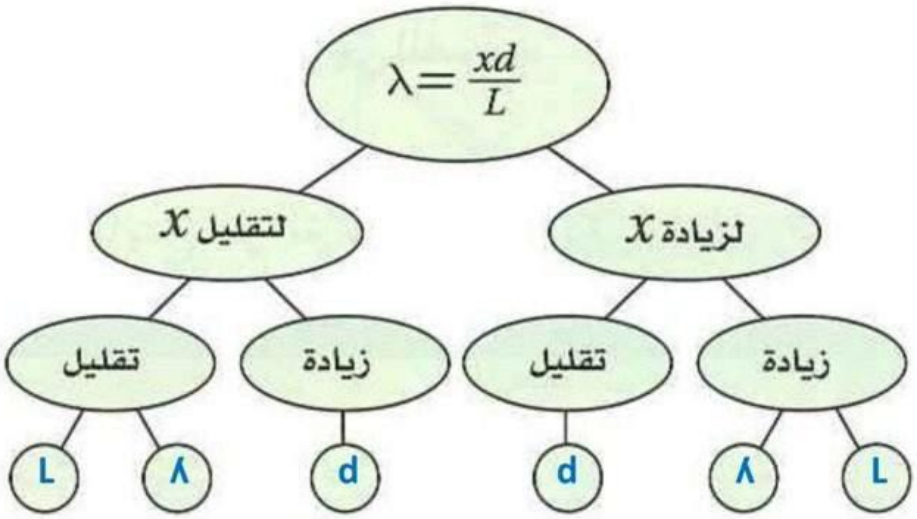
حدد ما إذا كان اللون البنفسجي أم الأحمر في نهاية الطيف يصنع زاوية أكبر مع اتجاه

حزمة الضوء الأبيض الساقط يكسر المنشور اللون البنفسجي الذي يقع في نهاية الطيف بدرجة أكبر بينما يحيد المحزز الأطوال الموجية للضوء الأحمر بمقدار أكبر.

- التقويم

خريطة المفاهيم

(٢٣



إتقان المفاهيم

(٢٤

عندما تستخدم الضوء الأحادي اللون ستحصل على نمط تداخل دقيق المعالم وإذا كنت تستخدم ضوءاً أبيض فستحصل على مجموعة من الأهداب الملونة.

(٢٥

الأطوال الموجية جميعها تنتج الخط في الموقع نفسه.

٢٦)

اسقط الضوء على الشق المزدوج ودع نمط التداخل يسقط على ورقة قس المسافات بين الأهداب المضيئة x واستخدم المعادلة $d=\frac{2L}{x}$.

٢٧)

تتناسب المسافة طردياً مع الطول الموجي لأن للضوء الأزرق طولاً موجياً أطول من البنفسجي فإن الخطوط الحمراء ستفصلها مسافات أكبر من الخطوط البنفسجية.

٢٨)

الضوء البنفسجي هو اللون ذو الطول الموجي الأقصر.

٢٩)

للفتحات الصغيرة أنماط تداخل كبيرة تحد من القدرة على التمييز.

تطبيق المفاهيم

٣٠)

أ-

التداخل

ب-

الإصباغ

ج-

التداخل

د-

الانكسار

(٣١

تأخذ الأهداب في الاتساع وتكون خافتة.

(٣٢

أ-

تداخل هدام كامل.

ب-

تداخل بناء كامل.

ج-

تداخل هدام كامل.

(٣٣

سلط كل مؤشر ليزر خلال المحزز على الجدار القريب سينتج الضوء ذو الطول الموجي الطويل نقاطاً تفصلها مسافات كبيرة على الجدار لأن المسافة بينها تتناسب طردياً مع الطول الموجي.

إتقان حل المسائل

(٣٤

$$\lambda=\frac{xd}{L}=451\ \text{nm}$$

(٣٥

$$t=\frac{\lambda}{4nf}=94\ \text{nm}$$

(٣٦

$X_C > X_B > X_A$

(٣٧

600 nm

(٣٨

$x = \frac{\lambda L}{w} = 0.3 \text{ cm}$

(٣٩

$X_1 = 0.5\ (2x_1) = 1.1 \times 10^{-2} \text{ cm}$

(٤٠

للضوء الأحمر: 49.3^o، للضوء الأزرق: 30.3^o

مراجعة عامة

(٤١

600 nm، لذلك فإن الضوء محمر- برتقالي.

التفكير الناقد

(٤٢

البقعة الخضراء عند 0^{o} البقع الصفراء عند $\pm 30^{o}$ وبقعتان زرقاوان متقاربتان إلى حد ما.

(٤٣

تعتمد زاوية الحيود على نسبة عرض الشق بالنسبة للطول الموجي ولذلك يزيد العرض ليصبح 1.5 w

الكتابة في الفيزياء

(٤٤

متروك للطالب.

(٤٥

متروك للطالب.

مراجعة تراكمية

(٤٦

0.12 m

- اختبار مقتن

أسئلة اختيار من متعدد

١)

b. سمك الغشاء عند أي موقع محدد يتغير مع الزمن.

٢)

d. 0.063 m

٣)

b. 6.2°

٤)

c. 1.5×10^{-2} m

٥)

b. 0.68

٦)

d. 6.3×10^{-5} m

٧)

b. 5.2×10^{-7} m

الأسئلة الممتدة

(٨

570 nm

الفصل الخامس:

الكهرباء الساكنة

الدرس ١- ٥ الشحنة الكهربائية

صفحة ١٣٤

١-٥ مراجعة:

١. الأجسام المشحونة بعد دلك مشط بسترة مصنوعة من الصوف يمكنه جذب قصاصات ورق صغيرة. لماذا يفقد المشط هذه القدرة بعد عدة دقائق؟

يفقد شحنته في الوسط المحيط به.

---

٢. أنواع الشحنات من خلال التجارب التي مرت في هذا الجزء، كيف يمكنك أن تعرف أيّ الشريطين B أو T موجب الشحنة؟

قرب قضيباً زجاجياً مشحوناً بشحنة موجبة إلى كل من الشريطين، فيكون الشريط الذي يتنافر معه موجب الشحنة.

---

٣. أنواع الشحنات كرة البيلسان كرة صغيرة مصنوعة من مادة خفيفة، مثل البوليسترين، وتكون عادة مطلية بطبقة من الجرافيت أو الألومنيوم. كيف يمكنك أن تحدّد ما إذا كانت كرة البيلسان المعلقة بخيط عازل متعادلة كهربائياً أو ذات شحنة موجبة أو ذات شحنة سالبة؟

أحضر جسماً مشحوناً بشحنة معلومة، ولتكن سالبة، وقربه إلى كرة البيلسان، إذا تنافرت الكرة معه فإن شحنتها تكون مشابهة لشحنة الجسم المقرب، وإذا إنجذبت إليه فإن شحنتها إما تكون مخالفة لشحنة الجسم أو متعادلة. بعد ذلك قرب قضيباً زجاجياً مشحوناً بشحنة موجبة إلى كرة البيلسان فإذا تنافرا فإن شحنة الكرة تكون موجبة، أما إذا إنجذب إحدهما إلى الآخر فإن كرة البيلسان تكون متعادلة الشحنة.

---

٤. فصل الشحنات يُشحن قضيب مطاط بشحنة سالبة عند دلكه بالصوف. ماذا يحدث لشحنة الصوف؟ ولماذا؟

يصبح الصوف موجب الشحنة.

---

٥. شحن الموصلات افترض أنك علّقت قضيباً فلزياً طويلاً بخيوط حرير بحيث أصبح القضيب معزولاً، ثم لامست أحد طرفي القضيب الفلزي بقضيب زجاجي مشحون، فصف كيف يُشحن القضيب الفلزي؟ وما نوع الشحنات عليه؟

يجذب قضيب الزجاج الإلكترونات من القضيب الفلزي، لذا يصبح الفلز موجب الشحنة، وتتوزع الشحنات عليه بانتظام.

---

٦. الشحن بالدلك يمكنك شحن قضيب مطاط بشحنة سالبة بدلكة بالصوف. ماذا يحدث عند دلك قضيب نحاس بالصوف؟

النحاس مادة موصلة، لذا يبقى متعادلاً ما بقي ملامساً ليدك.

---

٧. التفكير الناقد يمكن أن يفترض أحدهم أن الشحنة الكهربائية نوع من المواقع تتدفق من أجسام لديها فائض في المائع إلى أجسام لديها نقص فيه. لماذا يكون نموذج التيار الثنائي الشحنة أفضل من نموذج المائع الأحادي؟

يمكن لنموذج التيار الثنائي الشحنة أن يوضح التنافر والتجاذب بطريقة أفضل، وهو يوضح أيضاً كيف يمكن أن تشحن الأجسام عند دلك بعضها ببعض.

الدرس ٢- ٥ القوة الكهربائية

مسائل تدريبية:

٨. تفصل مسافة مقدارها $0.30m$ بين شحنتين؛ الأولى سالبة ومقدارها $2\times10^{-4}C$، والثانية موجبة ومقدارها $8.0\times10^{-4}C$. ما القوة المتبادلة بين الشحنتين؟

$$F = \frac{Kq_Aq_B}{d_{AB}^2}$$

$$= \frac{9\times 10^9 \times 2 \times 10^{-4} \times 8 \times 10^{-4}}{(0.3)^2}$$

$$= 1.6 \times 10^4\ N$$

---

٩. إذا أثرت الشحنة -6.0×10^{-6} بقوة جذب مقدارها $65N$ في شحنة ثانية تبعد عنها مسافة $0.05m$ فما مقدار الشحنة الثانية؟

$$F = \frac{Kq_Aq_B}{d_{AB}^2}$$

$$q_B = \frac{d_{AB}^2 \times F}{Kq_A}$$

$$= 3.0 \times 10^{-6}\ C$$

---

١٠. في المثال ١، إذا أصبحت شحنة الكرة B تساوي $+3.0\mu C$، فارسم الحالة الجديدة للمثال، وأوجد القوة المحصلة المؤثرة في الكرة A.

تبقى مقادير جميع القوى كما هي، ويتغير الاتجاه إلى الزاوية 138°، أي 42° فوق محور X السالب.

---

١١. وضعت كرة A شحنتها $+2.0\times10^{-6}C$ عند نقطة الأصل، في حين وضعت كرة B مشحونة بشحنة مقدارها $-3.6\times10^{-6}C$ عند الموقع $+0.60\ cm$ على المحور X. أما

الكرة C المشحونة بشحنة مقدارها $+4.0\times10^{-6}C$ فقد وضعت عند الموقع $+0.80\ cm$ على المحور X. احسب القوة المحصلة المؤثرة في الكرة A.

$$F_{BonA} = \frac{Kq_Aq_B}{d_{AB}^2}$$

$$= 0.18\ N$$

في اتجاه اليمين

$$F_{ConA} = \frac{Kq_Aq_B}{d_{AB}^2}$$

$$= 0.1125\ N$$

في اتجاه اليسار

$$F_{net} = F_{BonA} - F_{ConA}$$

$$= 0.18 - 0.1125$$

$$= 0.068\ N$$

في اتجاه اليمين

---

١٢. في المسألة السابقة، أوجد القوة المحصلة المؤثرة في الكرة B.

$$F_{AonB} = \frac{Kq_Aq_B}{d_{AB}^2}$$

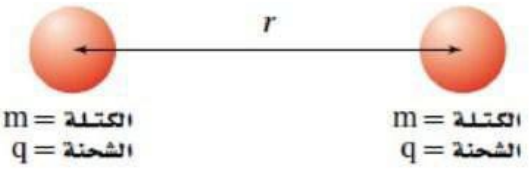
$$F_{ConB} = \frac{Kq_Aq_B}{d_{AB}^2}$$

$$F_{net} = F_{ConB} - F_{AonB}$$

$= 3.1\ N$ في اتجاه اليمين

صفحة ١٤٤:

مسألة للتحفيز:



يبين الشكل المجاور كرتين لهما الكتلة نفسها **m**، وشحنة كل منهما **q+**، والبعد بين مركزيهما يساوي **r**.

١. اشتق تعبيراً للشحنة **q** التي يجب أن تكون على كلتا الكرتين لكي تكونا في حالة إتزان. هذا يعني أن هناك إتزاناً بين قوتي التجاذب والتنافر.

$$q = m\sqrt{G/K}$$
$$= (8.61 \times 10^{-11}\ C/kg)m$$

---

٢. إذا تضاعفت المسافة بين الكرتين فكيف يؤثر هذا في قيمة الشحنة **q** التي حدّدتها في المسألة المسافة؟ وضح ذلك.

لا تؤثر المسافة في مقدار الشحنة **q**، لأن كلتا القوتين تتناسبان عكسياً مع مربع المسافة، كما أن المسافة تختصر.

---

٣. إذا كانت كتلة كل كرة تساوي **1.50 kg** فحدّد قيمة الشحنة التي ينبغي أن تكون موجودة على كل كرة للحفاظ عل حالة الاتزان.

$$Q = (8.61\times10^{-11}\ C/kg)\ (1.50kg)$$
$$= 1.29 \times 10^{-10}C$$

٢-٥ مراجعة:

١٣. القوة والشحنة كيف ترتبط القوة الكهربائية بالشحنة؟ صِف القوة عندما تكون الشحنات متشابهة، وصِفها عندما تكون الشحنات مختلفة.

تتناسب القوة الكهربائية طردياً مع مقدار كل شحنة. الشحنات المتشابهة تتنافر، والشحنات المختلفة تتجاذب.

---

١٤. القوة والمسافة كيف ترتبط القوة الكهربائية مع المسافة؟ وكيف تتغير القوة إذا تضاعفت المسافة بين شحنتين ثلاث مرات؟

تتناسب القوة عكسياً مع مربع المسافة بين الشحنتين. القوة الجديدة ستساوي $\frac{1}{9}$ القوة الأصلية.

---

١٥. الكشّاف الكهربائي عند شحن كشّاف كهربائي ترتفع ورقتاه الفلزيتان لتشكّلا زاوية معينة، وتبقى الورقتان أكثر من ذلك؟

في أثناء ابتعاد الورقتين إحداهما عن الأخرى تتناقص القوة الكهربائية بينهما إلى أن تتزن مع قوة الجاذبية.

---

١٦. شحن كشّاف كهربائي اشرح كيف يمكن شحن كشّاف كهربائي بشحنة موجبة باستخدام:

أ) قضيب موجب.

لمس القضيب للكشاف الكهربائي.

ب) قضيب سالب.

قرب القضيب إلى الكشاف الكهربائي، ثم اعمل على تأريض الكشاف الكهربائي، ثم أزل التأريض وابعد القضيب عن الكشاف الكهربائي.

١٧. جذب الأجسام المتعادلة ما الخاصيتان اللتان تفسّران سبب إنجذاب جسم متعادل إلى كل من الأجسام المشحونة بشحنة موجبة والأجسام المشحونة بشحنة سالبة؟

قوة التجاذب بين الشحنات المختلفة المتقاربة أكبر من قوة التنافر بين الشحنات المتشابهة المتباعدة.

---

١٨. الشحن بالحث ماذا يحدث عند شحن كشاف كهربائي بالحث، وإبعاد قضيب الشحن قبل فصل تأريض القرص؟

يبقى الكشاف الكهربائي متعادلاً.

---

١٩. القوى الكهربائية كرتان A وB مشحونتان، المسافة بين مركزيهما r. إذا كانت شحنة الكرة A تساوي $+3\mu C$ وشحنة الكرة B تساوي $+9\mu C$ فقارن بين القوة التي تؤثر بها الكرة A في الكرة B والقوة التي تؤثر بها الكرة B في الكرة A.

القوتان متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه.

---

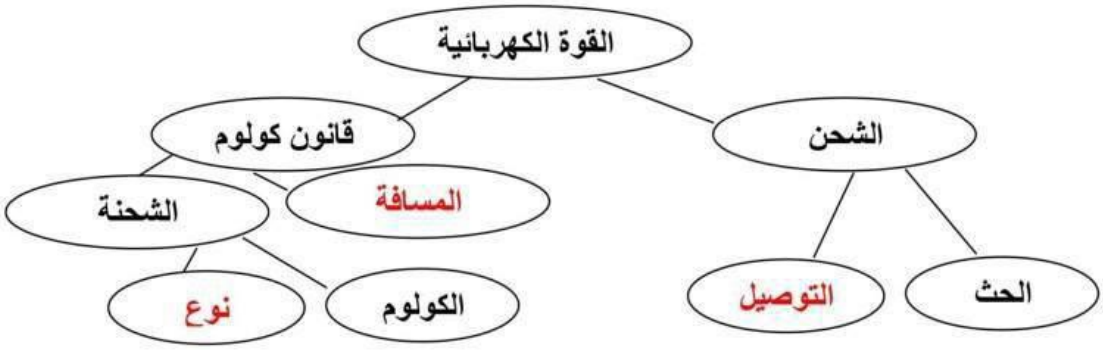
٢٠. التفكير الناقد افترض أنك تختبر صحة قانون كولوم باستخدام كرة بلاستيكية صغيرة موجبة الشحنة وكرة فلزية كبيرة موجبة الشحنة، فوفق قانون كولوم، تتناسب القوة مع $\frac{1}{r^2}$، حيث تمثل r المسافة بين مركزي الكرتين. ولكن عند تقريب الكرتين إحداهما إلى الأخرى وجِد أن القوة بينهما أصغر مما هو متوقع من قانون كولوم. وضح ذلك.

بعض الشحنات على الكرة الفلزية ستتنافر مع الشحنات على الكرة البلاستيكية، مما يؤدي إلى تحركها إلى الجهة البعيدة عن الكرة البلاستيكية، وهذا يجعل المسافة الفعلية بين الشحنات أكبر من المسافة بين مركزي الكرتين.

تقويم الفصل ٥:

خريطة المفاهيم:

٢١. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: التوصيل، المسافة، الشحنة الأساسية.



إتقان المفاهيم

٢٢. إذا مشّطت شعرك في يوم جاف فسوف يُشحن المشط بشحنة موجبة. هل يمكن أن يبقى شعرك متعادلاً؟ وضح إجابتك.

لا، فوفق مفهوم حفظ الشحنة فإن شعرك يجب أن يصبح سالب الشحنة.

---

٢٣. أعدّ قائمة ببعض المواد العازلة والمواد الموصلة.

العوازل: الهواء الجاف والخشب والبلاستيك والزجاج والملابس والماء المنزوع الأيونات.

والموصلات: الفلزات وماء الصنبور وجسمك.

---

٢٤. ما الخاصية التي تجعل الفلز موصلاً جيداً، والمطاط عازلاً جيداً؟

تحتوي الفلزات على إلكترونات حرة، أما المطاط فيحتوي على إلكترونات مرتبطة.

---

٢٥. غسالة الملابس عندما نخرج الجوارب من مجفف الملابس تكون أحياناً ملتصقة بملابس أخرى. لماذا؟

شحنت بالدلك مع الملابس الأخرى، لذا فهي تنجذب إلى الملابس المتعادلة أو التي لها شحنة مخالفة.

---

٢٦. الأقراص المدمجة لماذا يجذب قرص مدمج الغبار إذا مسحته بقطعة قماش نظيفة؟

إن عملية دلك القرص المدمج CD تؤدي إلى شحنه، فيجذب جسيمات متعادلة، كجسيمات الغبار.

---

٢٧. عملات معدنية مجموع شحنة جميع إلكترونات عملة مصنوعة من النيكل يساوي مئات الآلاف من الكولوم. هل يخبرنا هذا بشيء عن صافي الشحنة على هذه العملة؟ وضح إجابتك.

لا، إن صافي الشحنة هو الفرق بين الشحنات الموجبة والسالبة. فيبقى صافي الشحنة على قطعة النقود صفراً.

---

٢٨. كيف تؤثر المسافة بين شحنتين في القوة المتبادلة بينهما؟ وإذا قلّت المسافة وبقي مقدار الشحنتين كما هو فماذا يحدث للقوة؟

تتناسب القوة الكهربائية عكسياً مع مربع المسافة بين الشحنتين. فعندما تقل المسافة ويبقى مقدار الشحنتين كما هو دون تغيير فإن القوة تزداد بما يتناسب مع مربع المسافة.

---

٢٩. اشرح كيف يمكنك شحن موصل بشحنة سالبة إذا كان لديك قضيب موجب الشحنة فقط.

حرك الموصل بحيث يصبح قريباً من القضيب، ولكن دون أن يلامسه. صل الموصل بالأرض بوجود القضيب المشحون، ثم أزل التأريض قبل إزالة القضيب المشحون. فيكسب الموصل شحنة سالبة.

تطبيق المفاهيم:

٣٠. فيم تختلف شحنة الإلكترون عن شحنة البروتون؟ وفيم تتشابهان؟

شحنة البروتون تساوي تماماً مقدار شحنة الإلكترون، ولكنها مختلفة عنها في النوع.

---

٣١. كيف يمكنك أن تحدّد ما إذا كان جسم ما موصلاً أم لا، باستخدام قضيب مشحون وكشّاف كهربائي؟

استخدم عازلاً معروفاً لتمسك إحدى نهايتي الجسم بالقرب من الكشاف الكهربائي. إلمس النهاية الأخرى للجسم بالقضيب المشحون، إذا انفرجت ورقتا الكشاف الكهربائي فأن الجسم يكون موصلاً.

---

٣٢. قُرب قضيب مشحون إلى مجموعة كرات بلاستيكية صغيرة جداً، فإنجذبت بعض الكرات إلى القضيب، إلا أنها لحظة ملامستها للقضيب إندفعت مبتعدة عنه في اتجاهات مختلفة. وضّح ذلك.

بدايةً، تنجذب الكرات المتعادلة إلى القضيب المشحون، وعندما تلامس الكرات القضيب تكتسب شحنة مشابهة لشحنته، لذا فإنها تتنافر معه.

---

٣٣. البرق يحدث البرق عادة عندما تنتقل الشحنات السالبة في الغيوم إلى الأرض. فإذا كان سطح الأرض متعادلاً فما الذي يوفر قوة الجذب المسؤولة عن سحب الإلكترونات نحو الأرض؟

الشحنة في الغيمة تتنافر مع الإلكترونات على الأرض في المنطقة المقابلة لها، مما يؤدي إلى فصل الشحنة، فتصبح شحنة هذه المنطقة القريبة من الغيمة موجبة، مما يؤدي إلى ظهور قوة تجاذب.

---

٣٤. وضّح ما يحدث لورقتي كشّاف كهربائي مشحون بشحنة موجبة عند تثريب قضيب مشحون بالشحنات التالية منه، مع مراعاة عدم لمس القضيب للكشّاف الكهربائي:

أ) شحنة موجبة.

يزداد انفراج ورقتي الكشاف.

ب)شحنة سالبة.

يقل انفراج ورقتي الكشاف.

---

٣٥. يبدو أن قانون كولوم وقانون نيوتن في الجذب العام متشابهان، كما هو موضح في الشكل ١-١٣. فيم تتشابه القوى الكهربائية وقوة الجاذبية؟ وفيم تختلفان؟

قانون كولوم $F = K\frac{q_A q_B}{r^2}$ قانون الجذب العام $F = G\frac{m_A m_B}{r^2}$

الشكل ١-١٣ (الرسم ليس وفق مقياس رسم).

التشابه: يعتمد التربيع العكسي على المسافة، تتناسب القوة طردياً مع حاصل ضرب كتلتين أو شحنتين.

الاختلاف: هناك إشارة واحدة فقط للكتلة لذا فإن قوة الجاذبية دائماً قوة تجاذب، أما الشحنة فلها إشارتان لذا فإن القوة الكهربائية يمكن أن تكون إما قوة تجاذب أو قوة تنافر.

---

٣٦. قيمة الثابت K في قانون كولوم أكبر كثيراً من قيمة الثابت G في قانون الجذب العام.
علامَ يدل ذلك؟
القوة الكهربائية أكبر كثيراً.

---

٣٧. وصَف هذا الفصل طريقة كولوم لشحن كرتين A و B، بحيث تكون الشحنة على الكرة B نصف الشحنة على الكرة A تماماً. أقترح طريقة تطبقها لتصبح شحنة الكرة B مساوية لثلث شحنة الكرة A.
بعد شحن الكرتين A و B بشحنتين متساويتين اجعل الكرة B تلامس كرتين أخرتين غير مشحونتين ومماثلتين لها في الحجم، وتلامس كل منهما الأخرى. ستتوزع الآن شحنة الكرة B بالتساوي على الكرات الثلاث، بحيث تحمل كل منها ثلث الشحنة الكلية.

---

٣٨. قاس كولوم انحراف الكرة A عندما كان للكرتين A و B الشحنة نفسها، وتبعد إحداهما عن الأخرى مسافة مقدارها r. ثم جعل شحنة الكرة B تساوي ثلث شحنة الكرة A. كم يجب أن تكون المسافة الجديدة بين الكرتين بحيث تنحرف الكرة A بمقدار مساوٍ لانحرافها السابق؟
لنحصل على القوة نفسها بثلث مقدار الشحنة الأصلية يجب تقليل المسافة بين الشحنتين بحيث تكون $d2=\frac{1}{3}$، أو تساوي 0.58 مرة ضعف المسافة الابتدائية بينهما.

---

٣٩. يؤثر جسمان مشحونان أحدهما في الآخر بقوة مقدارها 0.145 N عندما كانا على بُعد معيّن أحدهما من الآخر. فإذا قُرب أحدهما إلى الآخر بحيث أصبحت المسافة بينهما رُبع المسافة السابقة فما مقدار القوة المؤثرة في كل منهما؟
أكبر من القوة الأصلية ١٦ مرة.

---

٤٠. القوى الكهربائية بين الشحنات كبيرة جدًا عند مقارنتها بقوى الجاذبية بينها، ومع ذلك لا نشعر عادة بالقوى الكهربائية بيننا وبين المحيط من حولنا، إلا أننا نشعر بتأثيرات قوى الجاذبية مع الأرض. فسّر ذلك.

قوى الجاذبية قوى جذب فقط. أما القوى الكهربائية فهي إما قوى جذب أو قوى تنافر، وبإمكاننا الشعور فقط بالمجموع المتجهي لها، والذي يكون عادة صغيراً.

إتقان حل المسائل:

٢-٥ القوة الكهربائية:

٤١. شحنتان كهربائيتان، qA و qB، تفصل بينهما مسافة r، ويؤثر كل منهما في الآخر بقوة مقدارها F. حلّل قانون كولوم، وحدّد القوة الجديدة التي تنتج تحت الظروف التالية:

أ- مضاعفة الشحنة qA مرتين.

2F

ب- تقليل الشحنتان qA وqB إلى النصف.

$\frac{١}{٤}$ F

ج- مضاعفة r ثلاث مرات.

$\frac{1}{9}$ F

د- تقليل r إلى النصف.

4F

ه- مضاعفة qA ثلاث مرات وr مرتين.

$\frac{1}{4}$ F

---

٥. البرق إذا نقلت صاعقة برق قوية شحنة مدارها 25C إلى الأرض فما عدد الإلكترونات المنقولة؟

$$(-25C)\left(\frac{1\ electron}{-1.6\times10^{-19}\ C}\right)=$$

1.6×10^{20} إلكترون.

---

٦. الذرات إذا كانت المسافة بين إلكترونين في ذرة $1.5 \times 10\text{-}10m$ فما مقدار القوة الكهربائية بينهما؟

$$F=\frac{Kq_Aq_B}{d^2}=$$

$1.0\times10^{-8}\ N$ مبتعد أحدهما عن الآخر.

---

٧. شحنتان كهربائيتان مقدار كل منهما $2.5 \times 10\text{-}5C$، والمسافة بينهما 15 cm. أوجد القوة التي تؤثر في كل منهما؟

$$F=\frac{Kq_Aq_B}{d^2}=$$

$2.5 \times 10^2\ N$ في اتجاه الشحنة الأخرى.

---

٨. إذا كانت القوة التي تؤثر في كل من الشحنتين $8 \times 10\text{-}5\ C+$ و $3 \times 10\text{-}5\ C+$ تساوي 2.4×10^2N فاحسب مقدار المسافة بينهما.

$$F=\frac{Kq_Aq_B}{d^2}=$$

$$d=\sqrt{\frac{Kq_Aq_B}{F}}$$

$=0.30\ m$

٩. إذا أثرت شحنتان موجبتان متماثلتان كل منهما في الأخرى بقوة تنافر مقدارها 6.4×10^{-9} N، عندما كانت إحداهما تبعد عن الأخرى مسافة 3.8×10^{-10}m فاحسب مقدار شحنة كل منهما.

$$F=\frac{Kq_Aq_B}{d^2}=$$

$$q=\sqrt{\frac{Fd^2}{K}}$$

$$=3.2\times10^{-19}\ C$$

---

١٠. تُسحب شحنة موجبة مقدارها 3.0 µC بشحنتين سالبتين، كما هو موضح في الشكل ١-١٤. فإذا كانت إحدى الشحنتين السالبتين 2.0 µC- تبعد مسافة 0.05m إلى الغرب، وتبعد الشحنة الأخرى 4.0 µC- مسافة 0.030 m إلى الشرق فما مقدار واتجاه القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة الموجبة؟

$F_1=22N$ للغرب

$F_2=120N$ للشرق

$$F_{net}=F_2+F_1=120-22=$$

89 N، في اتجاه الشرق.

---

١١. يوضح الشكل ١-١٥ كرتين مشحونتين بشحنتين موجبتين، شحنة إحداهما تساوي ثلاثة أضعاف شحنة الأخرى، والمسافة بين مركزيهما 16 cm. إذا كانت القوة المتبادلة بينهما 0.28 N فما مقدار الشحنة على كل منهما؟

$$F=\frac{Kq_Aq_B}{d^2}=\frac{Kq_A3q_A}{d^2}=$$

$$q=\sqrt{\frac{Fd^2}{K}}$$

$$q_A=q=5.2\times10^{-7}\ C$$

$$q_B=3q=1.5\times10^{-6}\ C$$

١٢. الشحنة على عملة نقدية ما مقدار الشحنة المقيسة بالكولوم للإلكترونات الموجودة في قطعة نقدية مصنوعة من النيكل؟ استخدام الطريقة التالية لتجد الإجابة:

أ- أوجد عدد الذرات في قطعة النقد إذا كانت كتلة هذه القطعة 5g، و75% منها نحاس، أما الـ 25% المتبقية منها فمن النيكل، لذا تكون كتلة كل مول من ذرات العملة 62 g.

A coin is

$\frac{5\ g}{62g}$=0.08 mole

$0.08\times6.02\times10^{23}$=

5×10^{22} ذرة.

ب- أوجد عدد الإلكترونات في قطعة النقد، علماً أن متوسط عدد الإلكترونات التي لكل ذرة يساوي 28.75.

$5\times1022\times28.75$=

1×1024 إلكترون.

ج- أوجد شحنة الإلكترونات بالكولوم.

$1.6\times10\text{-}19\times1\times1024$=

2×105 C

مراجعة عامة:

١٣. إذا لامَسَت كرة فلزية صغيرة شحنتها $1.2\times10\text{-}5C$ كرة مماثلة متعادلة، ثم وضعت على بعد 0.15m منها فما القوة الكهربائية بين الكرتين؟

$F=\frac{Kq_Aq_B}{d^2}$=

14 N

---

١٤. الذرات ما القوة الكهربائية بين إلكترون وبروتون يبعد إحداهما عن الآخر $5.3\times10^{-11}m$؟ هذه المسافة تساوي نصف القطر التقريبي لذرة الهيدروجين.

$$F=\frac{Kq_Aq_B}{d^2}=$$

$$8.2\times10^{-8}\ N$$

---

١٥. تؤثر قوة مقدارها $0.36\ N$ في كرة صغيرة شحنتها $2.4\ \mu C$، وذلك عند وضعها على بُعد $5.5\ cm$. من مركز كرة ثانية مشحونة بشحنة غير معروفة. ما مقدار شحنة الكرة الثانية؟

$$F=\frac{Kq_Aq_B}{d^2}$$

$$q_B=\frac{d^2\times F}{Kq_A}=$$

$$5\times10^{-8}\ C$$

---

١٦. كرتان متماثلتان مشحونتان، المسافة بين مركزيهما $12\ cm$. فإذا كانت القوة الكهربائية بينهما $0.28\ N$ فما شحنة كل كرة؟

$$F=\frac{Kq_Aq_B}{d^2}=\frac{Kq^2}{d^2}=$$

$$q=\sqrt{\frac{Fd^2}{K}}$$

$$=6.7\times10^{-7}\ C$$

---

١٧. في التجربة المستخدم فيها جهاز كولوم، بعد مركز كرة شحنتها $3.6\times10^{-8}C$ مسافة $1.4\ cm$ عن مركز كرة ثانية غير معلومة الشحنة. فإذا كانت القوة بين الكرتين $2.7\times10^{-}$ $2\ N$ فما شحنة الكرة الثانية؟

$$F=\frac{Kq_Aq_B}{d^2}$$

$$q_B=\frac{d^2\times F}{Kq_A}=$$

$$1.6\times10^{-8}\ C$$

---

١٨. إذا كانت القوة بين بروتون وإلكترون $3.5\times10^{-10}\ N$ فما المسافة بين الجسيمين؟

$$F=\frac{Kq_Aq_B}{d^2}=$$

$$d=\sqrt{\frac{Kq_Aq_B}{F}}$$

$$=8.1\times10^{-10}\ m$$

التفكير الناقد:

١٩. تطبيق المفاهيم احسب نسبة القوة الكهربائية إلى قوة الجاذبية بين الإلكترون والبروتون في ذرة الهيدروجين؟

$$\frac{Fe}{Fg}=\frac{Kq_eq_p}{Gm_em_p}$$

$$=2.3\times10^{39}$$

---

٢٠. حلّل واستنتج وضعت الكرة A التي تحمل شحنة مقدارها 64 µC+ عند نقطة الأصل، ووضعت كرة ثانية B تحمل شحنة مقدارها 16 µC- عند النقطة 1.00m+ على محور x. أجب عن الأسئلة التالية:

أ- أين يجب وضع كرة ثالثة C شحنتها 12 µC+ بحيث تكون القوة المحصلة المؤثرة فيها صفراً؟

2.00m+ على المحور x

ب- إذا كانت شحنة الكرة الثالثة C تساوي 6 µC+ فأين يجب وضعها على أن تبقى محصلة القوى المؤثرة فيها صفراً؟

الشحنة الثالثة qC، تختصر من المعادلة، لذا فأن مقدارها ونوعها لا يكون مهماً.

ج- إذا كانت شحنة الكرة الثالثة 12 µC-، فأين يجب وضعها على أن تبقى محصلة القوى المؤثرة فيها صفراً؟

كما في الفرع b، يكون مقدار الشحنة الثالثة qC ونوعها ليس مهماً أيضاً.

---

٢١. وضعت ثلاث كرات مشحونة، كما هو موضح في الشكل ١٦-٥. أوجد القوة المحصلة المؤثرة في الكرة B.

$F_1=F_{AonB}=$

$$\frac{Kq_Aq_B}{d^2}$$

$=208\ N$

في اتجاه اليسار

$\theta_1=37^\circ$

$F_2=F_{ConB}=$

$$\frac{Kq_Cq_B}{d^2}$$

$=177\ N$

في اتجاه الأسفل

$\theta_2=37^\circ+180^\circ=217^\circ$

$F_{net,x}=-208-142=-350$ N

$=350$ N

في اتجاه الأسفل

$F_{net,y}=106$ N

في اتجاه الأسفل

$F_{net}=3.7\times10^2$N، في اتجاه يصنع زاوية 19° بالنسبة لمحور X الموجب.

---

٢٢. يوضح الشكل كرتي بيلسان، كتلة كل منهما 1.0 g، وشحنتاهما متساويتان، إحداهما معلّقة بخيط عازل، والأخرى قريبة منها ومثبتة على حامل عازل، والبعد بين مركزيهما 3.0 cm. فإذا اتزنت الكرة المعلقة عندما شكّل الخيط العازل الذي يحملها زاوية مقدارها 30.0° مع الرأسي فاحسب كلاً مما يأتي:

أ- F_g المؤثرة في الكرة المعلّقة.

$F_g=mg=$

9.8×10^{-3} N

ب- FE المؤثرة في الكرة المعلّقة.

$FE=mg\tan30^\circ$

$=5.7\times10\text{-}3$ N

ج- الشحنة على كل من الكرتين.

$$F=\frac{Kq_Aq_B}{d^2}=\frac{Kq^2}{d^2}=$$

$$q=\sqrt{\frac{Fd^2}{K}}$$

$=2.4\times10^{-8}$ C

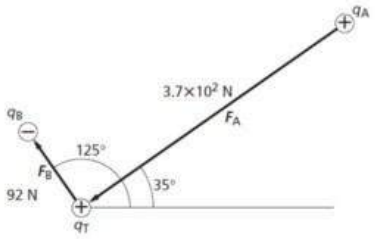
(الشكل ١٧-٥)

٢٣. وضعت شحنتان نقطيتان ساكنتان qA وqB بالقرب من شحنة اختبار موجبة qT، مقدارها 7.2 µC+. فإذا كانت الشحنة الأولى qA موجبة وتساوي 3.6 µC وتقع على بُعد 2.5 cm من شحنة الاختبار qT عند زاوية 35°، وكانت الشحنة qB سالبة ومقدارها 6.6 µc- وتقع على بُعد 6.8 cm من شحنة الاختبار عند زواية 125°:

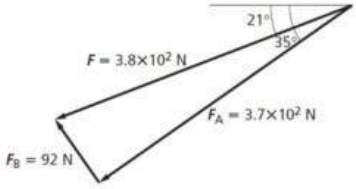
أ- فحدّد مقدار كل قوة من القوتين اللتين تؤثران في شحنة الاختبار q_T.

$F_A=3.7\times10^2$ N، في اتجاه q_T، و $F_B=92$ N، بعيداً عن q_T.

ب- ارسم مخطّط القوة.



ج- حدّد بالرسم القوة المحصلة المؤثرة في شحنة الاختبار qT.



الكتابة في الفيزياء:

٢٤. تاريخ العلم ابحث في الأجهزة المتلفة التي كانت تستخدم في القرنين السابع عشر والثامن عشر في دراسة الكهرباء الساكنة. قد تتطرق مثلاً إلى قارورة ليدن وآلة ويمشورست. ناقش كيف تم بناؤهما، ومبدأ عمل كل منهما.

اخترعت قارورة ليدن في منتصف أربعينيات القرن الثامن عشر، وكانت أول مكثف يتم استخدامه. وقد استخدمت خلال القرنين الثامن عشر والتاسع عشر لتخزين الشحنات للكهرباء المتعلقة بالتجارب والعروض. أما آلة ويمشورت فقد استخدمت في القرن التاسع عشر وبداية

القرن العشرين لتوليد وتفريغ الشحنات الكهربائية الساكنة. واستبدل بها مولد فان دي جراف في القرن العشرين.

---

٢٥. هناك قوى بين جزئيات الماء تؤدي إلى أن يكون الماء أكبر كثافة عندما يكون سائلاً بين 0°C و 4°C مقارنة بحالته عندما يكون صلباً عند 0°C. هذه القوى في طبيعتها ما هي إلا قوى كهرسكونية. ابحث في القوى الكهرسكونية بين الجزئيات، ومنها قوى فاندرفان وقوى الاستقطاب، وصِف أثرها في المادة.

يجب أن يصف الطلاب التفاعل بين الشحنات الموجبة والسالبة على المستوي الجزيئي. وعليهم أن يلاحظوا أن شدة هذه القوى هي المسؤولة عن الاختلافات في درجتي الانصهار والغليان، وعن خصوصية تمدد الماء بين 0°C و4°C.

مراجعة تراكمية:

٢٦. إذا أثرت شحنتان 2.0×10^{-5} C و 8.0×10^{-6} C إحداهما في الأخرى بقوة مقدارها 9.0 N فاحسب مقدار البعد بينهما.

$$F = \frac{Kq_Aq_B}{d^2} =$$

$$d = \sqrt{\frac{Kq_Aq_B}{F}}$$

$$= 0.40 \text{ m}$$

اختبار مقنن:

أسئلة اختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١. ما عدد الإلكترونات المنتقلة من كشّاف كهربائي مشحون بشحنة موجبة إذا كان صافي شحنته 7.5×10^{-11} C؟

(A) 7.5×10^{-11} إلكترون

(B) 2.1×10^{-9} إلكترون

(C) 1.2×10^{8} إلكترون

(D) 4.7×10^{8} إلكترون

---

٢. إذا كانت القوة المؤثرة في جسيم شحنته 5.0×10^{-9} C نتيجة تأثير جسيم آخر يبعد عنه 4 cm تساوي 8.4×10^{-5} N فما شحنة الجسيم الثاني؟

(A) 4.2×10^{-13} C

(B) 3.0×10^{-9} C

(C) 6.0×10^{-5} C

---

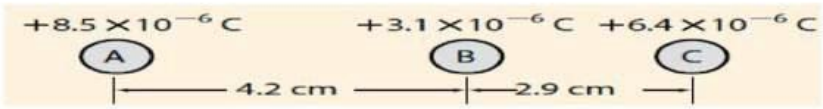
٣. إذا وُضعت ثلاث شحنات A وB وC، على خط واحد، كما هو موضح أدناه، فما القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة B؟

(A) 78 N في اتجاه A

(B) 78 N في اتجاه C

(C) 130 N في اتجاه A

(D) 210 N في اتجاه C



---

٤. ما شحنة كشاف كهربائي إذا كان عدد الإلكترونات الفائضة عليه 4.8×1010 إلكترون؟

(A) 3.3×10^{-30} C

(B) 4.8×10^{-10} C

(C) 7.7×10^{-9} C

(D) 4.8×10^{10} C

٥. القوة الكهربائية المتبادلة بين جسمين مشحونين تساوي 86 N. فإذا حُرّك الجسمان بحيث أصبحا على بُعد يساوي ستة أمثال البعد الذي كانا عليه سابقاً فما القوة الجديدة التي يؤثر بها كل منهما في الآخر؟

(A) 24 N

(B) 14 N

(C) 86 N

(D) 5.2×10^{2}N

---

٦. جسمان مشحونان بالمقدار نفسه من الشحنة، ويؤثر كل منهما في الآخر بقوة مقدارها 90 N، فإذا وضعنا بدلاً من أحد الجسمين جسماً آخر لهِ الحجم نفسه إلا أن شحنته أكبر من الجسم السابق ثلاث مرات فما القوة الجديدة التي يؤثر بها كل منهما في الآخر؟

(A) 10 N

(B) 30 N

(C) 2.7×10^{-2} N

(D) 8.1×10^{2} N

---

٧. إذا كانت كتلة جسيم ألفا 6.68×10-27 kg وشحنته 3.2×10-19 C فما النسبة بين القوة الكهرسكونية وقوة الجاذبية بين جسمين من جسيمات ألفا؟

(A) 1

(B) 4.8×10^{7}

(C) 2.3×10^{15}

(D) 3.1×10^{35}

---

٨. تسمى عملية شحن جسم متعادل عن طريق ملامسته بجسم مشحون بـ.....

(A) التوصيل

(B) الحث

(C) التأريض

(D) التفريغ

---

٩. دلك أحمد بالوناً بقطعة صوف، فشُحن البالون بشحنة -8.9×10^{-14} C. ما القوة المتبادلة بين البالون وكرة فلزية مشحونة بـ 25 C وتبعد 2 km عنه؟

(A) 8.9×10^{-15}N

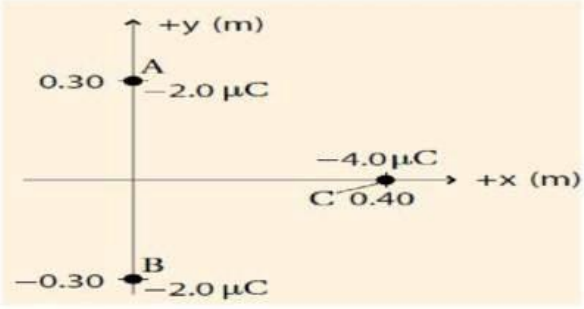
(B) 5.0×10^{-9}N

(C) 2.2×10^{-12}N

(D) 5.6×10^{4}N

الأسئلة الممتدة

١٠. بالرجوع إلى الرسم أدناه ما القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة C من قبل الشحنتين A وB ؟ ضمّن إجابتك رسماً بيانياً يوضّح متجهات القوى Aفي FC و B في FC والمحصلة F



$F=0.46\ N$ المحصلة

في اتجاه المحور **X** الموجب.

الفصل السادس:

المجالات الكهربائية

الدرس ١-٦ تولد المجالات الكهربائية وقياسها

صفحة ١٦٠

مسائل تدريبية

١. يؤثر مجال كهربائي بقوة مقدارها 2.0×10^{-4} N في شحنة اختبار موجبة مقدارها 5.0×10^{-6} C. ما مقدار المجال الكهربائي عند موقع شحنة الاختبار؟

$E = F/q = 4 \times 10$ N/C

---

٢. وُضعت شحنة سالبة مقدارها 2.0×10^{-8} C في مجال كهربائي، فتأثرت بقوة مقدارها 0.060 N في اتجاه اليمين. ما مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند موقع الشحنة؟

$E = F/q = 3 \times 106$ N/C

في اتجاه اليسار

---

٣. وُضعت شحنة موجبة مقدارها 3.0×10^{-7} C في مجال كهربائي شدته 27 N/C يتجه إلى الجنوب. ما مقدار القوة المؤثرة في الشحنة؟

$E = F/q$

$F = E.q = 8.1 \times 10^{-6}$ N

---

٤. وُضعت كرة بيلسان وزنها 2.1×10^{-3} N في مجال كهربائي شدته 6.5×104 N/C، يتجه رأسياً إلى أسفل. ما مقدار ونوع الشحنة التي يجب أن توضع على الكرة، بحيث توازن القوة الكهربائية المؤثرة فيها قوة الجاذبية الأرضية، وتبقى الكرة معلقة في المجال؟

$F_g + F_e = 0$

$F_e = - F_g$

$$E = F_e/q$$

$$q = F_e/E = -F_g/E = -3.2\times10^{-3}\ C$$

---

٥. يفحص زيد المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة مجهولة المقدار والنوع. فيرسم أولاً المجال بشحنة اختبار مقدارها $1.0 \times 10\text{-}6\ C$، ثم يكرر عمله بشحنة اختبار أخرى مقدارها $2.0 \times 10\text{-}6\ C$.

أ- هل يحصل زيد على القوى نفسها في الموقع نفسه عند استخدام شحنتي الاختبار؟ وضح إجابتك.

لا، ستكون القوة المؤثرة في الشحن $2\mu C$ ضعفي القوة المؤثرة في الشحنة $1\mu C$.

ب- هل يجد زيد أن شدة المجال هي نفسها عند استخدام شحنتي الاختبار؟ وضح إجابتك.

نعم؛ لأنك ستقسم القوة على مقدار شحنة الاختبار.

---

٦. ما مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تبعد $1.2\ m$ عن شحنة نقطية مقدارها $4.2\times 10\text{-}6$ ؟C

$$E = \frac{F}{q'} = \frac{Kq}{d^2}$$

$$=2.6\times10^{4}\ N/C$$

ما مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تقع على بُعد يساوي ضعف البعد عن الشحنة النقطية الواردة في المسألة السابقة؟

لأن شدة المجال تتناسب مع مربع البعد عن الشحنة النقطية فأن شدة المجال الجديدة تساوي ¼ شدة المجال الأصلي، أي $6.5\times10^{3}\ N/C$.

---

٧. ما شدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد 1.6 m إلى الشرق من شحنة نقطية مقدارها + 7.2×10^{-6} C؟

$$E = \frac{F}{q'} = \frac{Kq}{d^2}$$

$$= 2.5 \times 10^{4} \text{ N/C}$$

وسيكون اتجاه المجال في اتجاه الشرق، أي بعيداً عن الشحنة النقطية الموجبة.

---

٨. إذا كانت شدة المجال الكهربائي الناشئ على بعد 0.25 m من كرة صغيرة مشحونة يساوي 450 N/C ويتجه نحو الكرة فما مقدار ونوع شحنة الكرة؟

$$E = \frac{F}{q'} = \frac{Kq}{d^2}$$

$$q = \frac{Ed^2}{K} = -3.1 \times 10^{-9} \text{ C}$$

وستكون الشحنة سالبة، لأن المجال يتجه نحوها.

---

٩. على أي بُعد من شحنة نقطية مقدارها 2.4×10^{-6} C + يجب وضع شحنة اختبار للحصول على مجال كهربائي شدته 360 N/C؟

$$E = \frac{F}{q'} = \frac{Kq}{d^2}$$

$$d = \sqrt{\frac{Eq}{K}} = 7.7 \text{ m}$$

١-٦مراجعة

١٠. قياس المجالات الكهربائية افترض أنه طلب إليك قياس المجال الكهربائي في مكان أو فضاء معين، فكيف تستكشف وجود المجال عند نقطة معينة في ذلك الفضاء؟ وكيف تحدد مقدار المجال؟ وكيف تختار مقدار شحنة الاختبار؟ وكيف تحدد اتجاه المجال؟

يمكنك استكشاف المجال بوضع شحنة اختبار عند تلك النقطة، ثم تحدد ما إذا كانت هناك قوة تؤثر فيها. ولحساب مقدار المجال قسم مقدار القوة المؤثرة في شحنة الاختبار على مقدار شحنة الاختبار. أما عن اختبار مقدار شحنة الاختبار فعليك مراعاة أن يكون مقدارها صغيراً جداً مقارنة بمقادير الشحنات التي تولد المجال. بعد ذلك حدد اتجاه القوة المؤثرة في شحنة الاختبار وذلك لتحديد اتجاه المجال.

---

١١. شدة المجال واتجاهه تؤثر قوة كهربائية مقدارها 1.50×10^{-3} N في اتجاه الشرق في شحنة اختبار موجبة مقدارها 2.40×10^{-8} C، أوجد المجال الكهربائي في موقع شحنة الاختبار.

$$E = F/q = 6.25 \times 10^{4} \text{ N/C}$$

في اتجاه الشرق

---

١٢. خطوط المجال الكهربائي في الشكل ٤-٦، هل يمكنك تحديد أي الشحنتين موجبة، وأيهما سالبة؟ ماذا تضيف لإكمال خطوط المجال؟

لا، يجب أن يكون لخطوط المجال رؤوس أسهم تشير إلى اتجاهها، حيث تكون خارجة من الشحنة الموجبة وداخلة إلى الشحنة السالبة.

---

١٣. المجال مقابل القوة كيف يختلف تأثير المجال الكهربائي E في شحنة اختبار عن تأثير القوة F في شحنة الاختبار نفسها؟

يعد المجال خاصية لتلك المنطقة من الفضاء، ولا يعتمد على شحنة الاختبار المستخدمة في قياسه.

بينما تعتمد القوة الكهربائية على مقدار شحنة الاختبار ونوعها.

---

١٤. التفكير الناقد افترض أن الشحنة العلوية في الشكل 2-2c هي شحنة اختبار موضوعة في ذلك المكان؛ لقياس محصلة المجال الناشئ عن الشحنتين السالبتين. هل الشحنة صغيرة بدرجة كافية للقيام بعملية القياس بدقة؟ وضح إجابتك.

لا، هذه الشحنة كبيرة بمقدار كاف لتوليد مجال كهربائي قادر على تشويه المجال الناتج عن الشحنتين الأخرتين.

الدرس ٢-٦ تطبيقات المجالات الكهربائية

صفحة ١٦٩

مسائل تدريبية

١٥. شدة المجال الكهربائي بين لوحين فلزيين واسعين متوازيين ومشحونين 6000 N/C، والمسافة بينهما 0.05 m. احسب فرق الجهد الكهربائي بينهما.

$$\Delta V = Ed = 3\times102\ V$$

---

١٦. إذا كانت قراءة فولتمتر متصل بلوحين متوازيين مشحونين 400 V، عندما كانت المسافة بينهما 0.020 m، فاحسب المجال الكهربائي بينهما.

$$\Delta V = Ed$$

$$E = \frac{\Delta V}{d} = 2\times10^{4}\ N/C$$

١٧. عندما طبق فرق جهد كهربائي مقداره 125 V على لوحين متوازيين، تولد بينهما مجال كهربائي مقداره 4.25 × 103 N/C. ما البعد بين اللوحين؟

$$\Delta V = Ed$$

$$d = \frac{\Delta V}{E} = 2.94\times10^{-2}\ m$$

---

١٨. ما الشغل المبذول لتحريك شحنة 3.0 C خلال فرق جهد كهربائي مقداره 1.5 V؟

$$W = q\Delta V = 4.5\ J$$

---

١٩. يمكن لبطارية سيارة جهدها 12 V ومشحونة بصورة كاملة أن تختزن شحنة مقدارها 1.44 × 106 C. ما مقدار الشغل الذي يمكن أن تبذله البطارية قبل أن تحتاج إلى إعادة شحنها؟

$$W = q\Delta V = 1.7\times10^{7}\ J$$

---

٢٠. يتحرك إلكترون خلال أنبوب الأشعة المهبطية لتلفاز، فتعرض لفرق جهد مقداره 18000 V. ما مقدار الشغل المبذول على الإلكترون عند عبوره لفرق الجهد هذا؟

$$W = q\Delta V = 2.9\times10^{-15}\ J$$

---

٢١. إذا كان مقدار المجال الكهربائي في مُسارع جسيمات يساوي 4.5 × 105 N/C، فما مقدار الشغل المبذول لتحريك بروتون مسافة 25 cm خلال هذا المجال؟

$$W = q\Delta V = 1.8\times10^{-14}\ J$$

صفحة ١٧٢

مسائل تدريبية

٢٢. تسقط قطرة زيت في جهاز مليكان دون وجود مجال كهربائي. ما القوى المؤثرة فيها؟ وإذا سقطت القطرة بسرعة متجهة ثابتة فصف القوى المؤثرة فيها.

قوة الجاذبية الأرضية (الوزن) في اتجاه الأسفل، وقوة الاحتكاك مع الهواء في اتجاه الأعلى. وإذا سقطت القطرة بسرعة متجهة ثابتة تكون القوتان متساويتان في المقدار.

---

٢٣. إذا علقت قطرة زيت وزنها 1.9×10^{-15} N في مجال كهربائي مقداره 6.0×10^{3} N/C فما مقدار شحنة القطرة؟ وما عدد فائض الإلكترونات التي تحملها القطرة؟

$F_g = Eq$

$Q = \frac{F_g}{E} = 3.2 \times 10^{-19}$ C

2 إلكترون

---

٢٤. تحمل قطرة زيت وزنها 6.4×10^{-15} N إلكتروناً فائضاً واحداً. ما مقدار المجال الكهربائي اللازم لتعليق القطرة ومنعها من الحركة؟

$E = F/q = 4 \times 10^{4}$ N/C

---

٢٥. علقت كرة زيت مشحونة بشحنة موجبة وزنها 1.2×10^{-14} N بين لوحين متوازيين البعد بينهما 0.64 cm. إذا كان فرق الجهد بين اللوحين 240 V فما مقدار شحنة القطرة؟ وما عدد الإلكترونات التي فقدتها ليكون لها هذه الشحنة؟

$E = \frac{\Delta V}{d} = 3.8 \times 10^{4}$ N/C

$E = F/q$

$q = F/E = 3.2\times10^{-19}$ C

2 الكرتون

صفحة ١٧٧

مسائل تدريبية

٢٦. مكثف كهربائي سعته 27 µF وفرق الجهد الكهربائي بين لوحيه يساوي 45. V. ما مقدار شحنة المكثف؟

$q = C\Delta V = 1.2\times10^{-3}$ C

---

٢٧. مكثفان، سعة الأول 3.3 µF، وسعة الآخر 6.8 µF، إذا وصل كل منهما بفرق جهد 24 V فأي المكثفين له شحنة أكبر؟ وما مقدارها؟

$q=C\Delta V = 1.6\times10^{-4}$ C ،

المكثف 6.8µF

---

٢٨. إذا شحن كل من المكثفين في المسألة السابقة بشحنة مقدارها 3.5×10^{-4} C فأي المكثفين له فرق جهد كهربائي أكبر بين طرفيه؟ وما مقداره؟

$\Delta V=q/C'$

$\Delta V= 1.1\times10^{2}$ V

ولذلك فإن المكثف الأصغر له فرق جهد أكبر.

---

٢٩. شحن مكثف كهربائي سعته 2.2 µF حتى أصبح فرق الجهد الكهربائي بين لوحيه 6.0 V، ما مقدار الشحنة الإضافية التي يتطلبها رفع فرق الجهد بين طرفيه إلى 15.0 V؟

$\Delta q= C(\Delta V_2 - \Delta V_1) = 2\times10^{-5}$ C

٣٠. عند إضافة شحنة مقدارها 2.5×10^{-5} C إلى مكثف يزداد فرق الجهد بين لوحيه من 12.0 V إلى 14.5 V، احسب مقدار سعة المكثف.

$$C = \frac{q}{\Delta V_2 - \Delta V_1} = 1 \times 10^{-5} \text{ F}$$

صفحة ١٧٨

مسألة تحفيز

٣١. يجذب لوحاً مكثف كهربائي أحدهما الآخر لأنهما يحملان شحنتين مختلفتين، فإذا كانت المسافة بين لوحي مكثف متوازيين d، وسعته الكهربائية C فأجب عما يلي:

١. اشتق علاقة للقوة الكهربائية بين اللوحين عندما يكون للمكثف شحنة مقدارها q.

باستخدام المعادلات التالية:

$V=q/C$ ، $F=Eq$ ، $\Delta E=\Delta V/d$

نحصل على المعادلة:

$$F=q^2/Cd$$

٢. ما مقدار الشحنة التي يجب أن تخزن في مكثف سعته 22 μF، والمسافة بين لوحين 1.5 mm لتكون القوة بين لوحيه 2.0 N؟

$$F=q^2/Cd$$

$$q=\sqrt{FCd} = 2.6 \times 10^{-4} \text{ C}$$

صفحة ١٧٩

٢-٦ مراجعة

٣٢. فرق الجهد الكهربائي ما الفرق بين طاقة الوضع الكهربائية وفرق الجهد الكهربائي؟

تتغير طاقة الوضع الكهربائية عندما يبذل شغل لنقل شحنة في مجال كهربائي، كما أنها تعتمد على كمية الشحنة المنقولة. أما فرق الجهد الكهربائي فهو الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات في مجال كهربائي، وهو لا يعتمد على كمية الشحنة المنقولة.

---

٣٣. المجال الكهربائي وفرق الجهد بيّن أن الفولت لكل متر هو نفسه نيوتن لكل كولوم.

$$V/m=J/C.m=N.m/C.m=N/C$$

---

٣٤. تجربة مليكان عندما تتغير شحنة قطرة الزيت المعلقة داخل جهاز مليكان تبدأ القطرة في السقوط. كيف يجب تغيير فرق الجهد بين اللوحين لجعل القطرة تعود إلى الاتزان من جديد؟

يجب زيادة فرق الجهد.

---

٣٥. الشحنة وفرق الجهد إذا كان التغير في فرق الجهد الكهربائي في المسألة السابقة لا يؤثر في القطرة الساقطة فعلامَ يدل ذلك بشأن الشحنة الجديدة على القطرة؟

القطرة متعادلة.

---

٣٦. السعة الكهربائية ما مقدار الشحنة المختزلة في مكثف سعته $0.47\ \mu F$ عندما يُطبق عليه فرق جهد مقداره $12\ V$؟

$$q= C\Delta V = 5.6\times10^{-6}\ C$$

٣٧. توزيع الشحنات عند ملامسة كرة موصلة صغيرة مشحونة بشحنة سالبة لكرة موصلة كبيرة مشحونة بشحنة موجبة، ماذا يمكن القول عن:

أ- جهد كل من الكرتين.

سيكون جهدا الكرتين متساويين.

ب-شحنة كل من الكرتين.

ستكون شحنة الكرة الكبيرة أكبر من شحنة الكرة الصغيرة، ولكن سيكون لهما النوع نفسه. وسيعتمد نوع الشحنة النهائية على الكرتين، على الكرة التي كان لها أكبر كمية شحنة في البداية.

---

٣٨. التفكير الناقد بالرجوع إلى الشكل 2-3a، وضح كيف تستمر الشحنات في التراكم على القبة الفلزية لمولد فان دي جراف، ولماذا لا تتنافر الشحنات لتعود إلى الحزام عند النقطة B؟

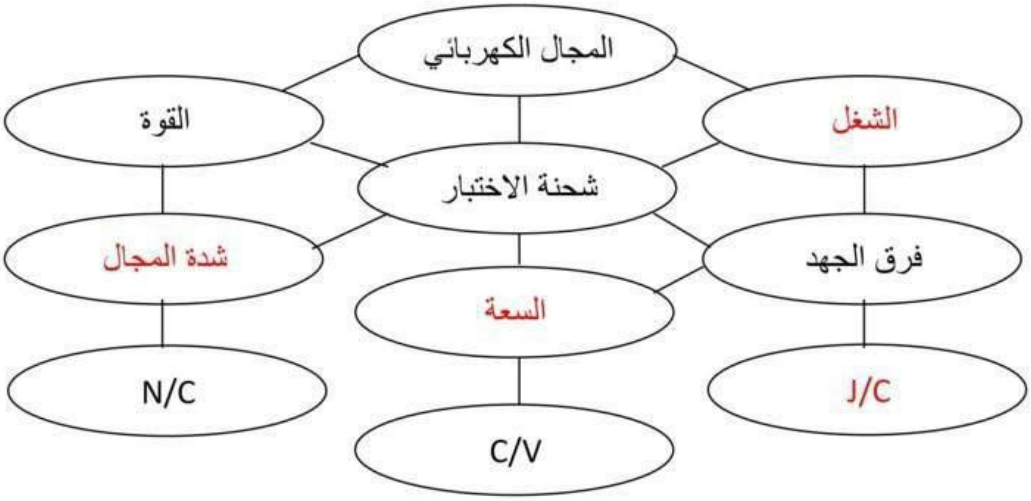
لا تولد الشحنات الموجودة على القبة الفلزية مجالاً كهربائياً داخلها وتنتقل الشحنات فوراً من الحزام إلى السطح الخارجي للقبة، حيث لا يكون لها تأثير في الشحنات الجديدة التي تصل إلى النقطة B.

تقويم الفصل ٦

الفصل ٦ التقويم

خريطة المفاهيم

٣٩. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: السعة، شدة المجال، J/C، الشغل.



إتقان المفاهيم

٤٠. ما الخاصيتان اللتان يجب أن تكونا لشحنة الاختبار؟

يجب أن يكون مقدار شحنة الاختبار صغيراً جداً مقارنة مع مقادير الشحنات التي تولد المجال الكهربائي، كما يجب أن تكون موجبة.

---

٤١. كيف يحدد اتجاه المجال الكهربائي؟

اتجاه المجال الكهربائي هو اتجاه القوة المؤثرة في شحنة موجبة موضوعة في هذا المجال. وستكون خطوط المجال الكهربائي خارجة من الجسم الموجب وداخلة إلى الجسم السالب.

---

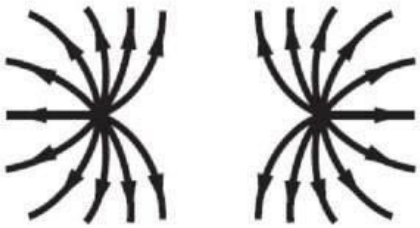
٤٢. ما المقصود بخطوط المجال الكهربائي؟

خطوط القوى الكهربائية.

---

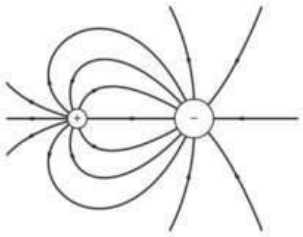
٤٣. ارسم بعض خطوط المجال الكهربائي لكل من الحالات التالية:

أ- شحنتين متساويتين في المقدار ومتماثلتين في النوع.

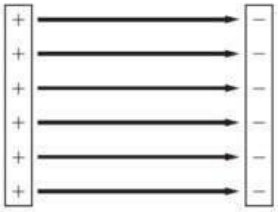


ب- شحنتين مختلفتين في النوع ولهما المقدار نفسه.

ج- شحنة موجبة وأخرى سالبة مقدارها يساوي ضعف مقدار الشحنة الموجبة.



د- لوحين متوازيين مختلفين في الشحنة.



---

٤٤. في الشكل ١٥-٦، أين تنتهي خطوط المجال الكهربائي الخارجة من الشحنة الموجبة؟

تنتهي عند شحنات سالبة بعيدة موجودة في مكان ما خارج حواف الرسم التخطيطي.

---

٤٥. كيف يتم الإشارة لشدة المجال الكهربائي من خلال خطوط المجال الكهربائي؟

كلما تقاربت خطوط المجال الكهربائي بعضها من بعض زادت قوة المجال الكهربائي.

---

٤٦. ما وحدة قياس طاقة الوضع الكهربائية؟ وما وحدة قياس فرق الجهد الكهربائي، حسب النظام العالمي للوحدات SI؟

تقاس طاقة الوضع الكهربائية بالجول ويقاس الجهد الكهربائي بالفولت.

---

٤٧. عرفت الفولت بدلالة التغير في طاقة الوضع الكهربائية لشحنة تتحرك في مجال كهربائي؟

الفولت هو التغير في طاقة الوضع الكهربائية ΔPE الناتج عن انتقال وحدة شحنة اختبار q مسافة d مقدارها 1m في مجال كهربائي E مقداره 1N/C.

---

٤٨. لماذا يفقد الجسم المشحون شحنته عند وصله بالأرض؟

لأن الجسم المشحون يشارك شحنته مع سطح الأرض التي تعد جسماً ضخماً جداً.

---

٤٩. وضع قضيب مطاطي مشحون على طاولة فحافظ على شحنته بعض الوقت. لماذا لا تفرغ شحنة القضيب المشحون مباشرة؟

الطاولة مادة عازلة، أو على الأقل موصل رديء جداً.

٥٠.شحن صندوق فلزي. قارن بين تركيز الشحنة على زوايا الصندوق وتركيزها على جوانب الصندوق.

تركيز الشحنة على الزوايا أكبر.

٥١. أجهزة الحاسوب لماذا تكون الأجزاء الدقيقة في الأجهزة الإلكترونية ـ كتلك الموضحة في الشكل ١٦-٦ محتواة داخل صندوق فلزي موضوع داخل صندوق آخر بلاستيكي؟

يحمي الصندوق الفلزي هذه الأجزاء من المجالات الكهربائية الخارجية التي لا توجد داخل الموصل الأجوف.

تطبيق المفاهيم

٥٢. ماذا يحدث لشدة المجال الكهربائي عندما تنقص شحنة الاختبار إلى نصف قيمتها؟

لا شيء، لأن القوة المؤثرة في شحنة الاختبار ستقل أيضاً إلى النصف، أما النسبة F/q' والمجال الكهربائي فستبقى هي نفسها.

---

٥٣. هل يلزم طاقة أكبر أم طاقة أقل لتحريك شحنة موجبة ثابتة خلال مجال كهربائي متزايد؟

تتناسب الطاقة طردياً مع القوة، وتتناسب القوة طردياً مع المجال الكهربائي، لذا يلزم طاقة أكبر.

---

٥٤. ماذا يحدث لطاقة الوضع الكهربائية لجسيم مشحون موجود داخل مجال كهربائي عندما يطلق الجسيم ليصبح حر الحركة؟

ستتحول طاقة الوضع الكهربائية التي للجسم إلى طاقة حركية له.

---

٥٥. يبين الشكل ١٧-٦ ثلاث كرات مشحونة بالمقدار نفسه. أما أنواعها فموضحة على الشكل. الكرتان y وz ثابتتان في مكانيهما، أما الكرة X فهي حرة الحركة. والمسافة بين الكرة X وكل من الكرتين y وz في البداية متساوية. حدد المسار الذي ستبدأ الكرة X في سلوكه. افترض أنه لا يوجد أي قوى أخرى تؤثر في الكرات.

ستسلك الكرة X المسار C، لأنها ستتأثر بالقوتين الموضحتين بالمتجهين D وB، ومحصلتهما هي المتجه C.

---

٥٦. ما وحدة قياس فرق الجهد الكهربائي بدلالة m، وkg، وs، وC؟

$V=J/C=N.m/C$

$=(kg.m/s^2)(m/c)=kg.m^2/s^2$

---

٥٧. كيف تبدو خطوط المجال الكهربائي عندما يكون للمجال الكهربائي الشدة نفسها عند النقاط جميعها في منطقة ما؟

تكون متوازية، وتفصلها مسافات متساوية.

---

٥٨. تجربة قطرة الزيت لمليكان يفضل عند إجراء هذه التجربة استخدام قطرات الزيت لها شحنات صغيرة. هل يتعين عليك البحث عن القطرات التي تتحرك سريعاً أو تلك التي تتحرك ببطء عندما يتم تشغيل المجال الكهربائي؟ وضح إجابتك.

يتعين البحث عن القطرات التي تتحرك ببطء، فكلما كانت الشحنة أكبر كانت القوة المؤثرة فيها أكبر، ومن ثم تكون سرعتها الحدية كبيرة.

---

٥٩. في تجربة قطرة الزيت لمليكان تم تثبيت قطرتي زيت في المجال الكهربائي.

أ- هل يمكن استنتاج أن شحنتيهما متماثلتان؟

لا، قد تكون كتلتاهما مختلفتين.

ب- أي خصائص قطرتي الزيت نسبها متساوية؟

نسبة الشحنة إلى الكتلة **q/m** أو نسبة الكتلة إلى الشحنة **m/q**.

٦٠. يقف زيد وأخته ليلى على سطح مستو معزول متلامسين بالأيدي عندما تم إكسابهما شحنة، كما هو موضح في الشكل ١٨-٢. إذا كانت المساحة السطحية لجسم زيد أكبر من ليلى فمن منهما سيمتلك كمية أكبر من الشحنات، أم أنهما سيمتلكان المقدار نفسه من الشحنات؟

يمتلك زيد مساحة سطحية أكبر، لذا سيمتلك كمية أكبر من الشحنة.

---

٦١. إذا كان قطرا كرتي ألومنيوم **1 cm** و**10 cm** فأيهما له سعة أكبر؟

للكرة التي قطرها **10cm** سعة كهربائية أكبر، لأن الشحنات يمكنها أن تبتعد بعضها عن بعض بصورة أكبر، وهذا يقلل من ارتفاع جهدها عندما تشحن.

---

٦٢. كيف يمكنك تخزين كميات مختلفة من الشحنة في مكثف؟

يتغير الجهد بين طرفي المكثف.

إتقان حل المسائل:

٦-١ توليد المجالات الكهربائية وقياسها:

شحنة الإلكترون تساوي 1.6×10^{-19} -، استخدم هذ القيمة حيث يلزم.

٦٣. ما مقدار شحنة اختبار إذا تعرضت لقوة مقدارها 1.4×10^{-8} N عند نقطة شدة المجال الكهربائي فيها 5.0×10^{-4} N/C؟

$$E = F/q$$

$$q = F/E = 2.8 \times 10^{-5}\ C$$

---

٦٤. يوضح الشكل ١٩-٦ شحنة موجبة مقدارها 1.0×10^{-5} C، تتعرض لقوة 0.30 N، عند وضعها عند نقطة معينة. ما شدة المجال الكهربائي عند تلك النقطة؟

$$E = F/q = 3 \times 10^{4}\ N/C$$

في اتجاه القوة نفسه (إلى أعلى)

---

٦٥. إذا كان المجال الكهربائي في الغلاف الجوي يساوي 150 N/C تقريباً، ويتجه إلى أسفل، فأجب عما يلي:

أ- ما اتجاه القوة المؤثرة في جسيم مشحون بشحنة سالبة؟

في اتجاه الأعلى.

ب-أوجد القوة الكهربائية التي يؤثر بها هذا المجال في إلكترون.

$$E = F/q$$

$$F = qE = 2.4 \times 10^{-17}\ N$$

في اتجاه الأعلى.

ج-قارن بين القوة في الفرع b وقوة الجاذبية الأرضية المؤثرة في الإلكترون نفسه. (كتلة الإلكترون تساوي $9.1 \times 10\text{-}31\ kg$)

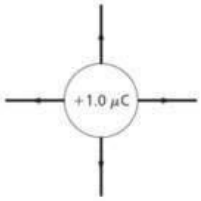
$$F = mg = 8.9\times10^{-30}\ N$$

إلى أسفل، أقل بأكثر من تريليون مرة.

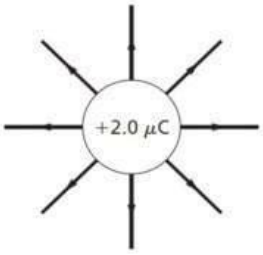
---

٦٦. ارسم بدقة الحالات التالية:

أ- المجال الكهربائي الناتج عن شحنة مقدارها $+1.0\ \mu C$.



ب-المجال الكهربائي الناتج عن شحنة $+2.0\ \mu C$ (اجعل عدد خطوط المجال متناسباً مع التغير في مقدار الشحنة).



---

٦٧. وضعت شحنة اختبار موجبة مقدارها $6.0 \times 10\text{-}6\ C$ في مجال كهربائي شدته $50.0\ N/C$، كما موضح في الشكل ٢٠-٦. ما مقدار القوة المؤثرة في شحنة الاختبار؟

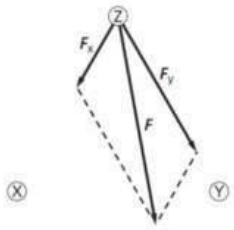
$$E = F/q$$

$$F = qE = 3\times10^{-4}\ N$$

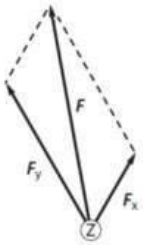
---

٦٨. ثلاث شحنات: X وY وZ يبعد بعضها عن بعض مسافات متساوية. إذا كان مقدار الشحنة X يساوي 1.0 µC +، ومقدار الشحنة Y يساوي 2.0 µC +، والشحنة Zصغيرة وسالبة:

أ- فارسم سهماً يمثل القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة Z.



ب- إذا كانت الشحنة Z موجبة وصغيرة فارسم سهماً يمثل القوة المحصلة المؤثرة فيها.



٦٩. تتسارع الإلكترونات في أنبوب الأشعة المهبطية في تلفاز نتيجة مجال كهربائي مقداره $1.00 \times 105\ N/C$. احسب ما يلي:

أ- القوة المؤثرة في الإلكترون.

$$E = F/q$$

$$F = qE = -1.6\times10^{-14}\ N$$

ب- تسارع الإلكترون إذا كان المجال منتظماً. اعتبر كتلة الإلكترون $9.11 \times 10^{-31}\ kg$

$$F = ma$$

$$a = F/m = -1.76\times10^{16}\ m/s^2$$

---

٧٠. أوجد شدة المجال الكهربائي على بعد 20.0 cm من شحنة نقطية مقدارها 8.0.

$\times 10^{-7}$ C

$E = \frac{Kq}{d^2} = 1.8\times10^{5}$ N/C

---

٧١. شحنة نواة ذرة رصاص تساوي شحنة 82 بروتوناً.

أ- أوجد مقدار واتجاه المجال الكهربائي على بعد 1.0×10^{-10} m من النواة.

$Q=1.31\times10^{-17}$ C

$E = F/q = 1.2\times10^{13}$ N/C

في اتجاه الخارج

ب- أوجد مقدار واتجاه القوة المؤثرة في إلكترون موضوع على البعد نفسه.

$F = qE = -1.9\times10^{-6}$ N

في اتجاه النواة

٦-٢ تطبيقات المجالات الكهربائية

٧٢. إذا بُذل شغل مقداره 120 J لتحريك شحنة مقدارها 2.4 C من اللوح الموجب إلى اللوح السالب، كما هو موضح في الشكل ٦-٢١، فما فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين؟

$\Delta V = \frac{W}{q}$

$= 5\times10$ V

---

٧٣. ما مقدار الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها 0.15 C خلال فرق جهد كهربائي مقداره 9.0 V؟

$$\Delta V = \frac{W}{q}$$

$$W = q\Delta V = 1.4\ J$$

---

٧٤. بذلت بطارية شغلاً مقداره 1200 J لنقل شحنة كهربائية. ما مقدار هذه الشحنة المنقولة إذا كان فرق الجهد بين طرفي البطارية 12 V؟

$$\Delta V = \frac{W}{q}$$

$$q = \frac{W}{\Delta V}$$

$$= 1\times10^{2}\ C$$

---

٧٥. إذا كانت شدة المجال الكهربائي بين لوحين متوازيين مشحونين 103 N/C × 1.5، والبعد بينهما 0.060 m فما فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين بوحدة الفولت؟

$$\Delta V = Ed = 9\times10\ V$$

٧٦. تبين قراءة فولتمتر أن فرق الجهد الكهربائي بين لوحين متوازيين مشحونين 70.0 V. فإذا كان البعد بين اللوحين 0.020 m فما شدة المجال الكهربائي بينهما؟

$$\Delta V = Ed$$

$$E = \frac{\Delta V}{d}$$

$$= 3500\ N/C$$

---

٧٧. يخزن مكثف موصول بمصدر جهد 45.0 V شحنة مقدارها 90.0 µC، ما مقدار سعة المكثف؟

$$C = \frac{q}{}$$

ΔV

$=2\ \mu F$

---

٧٨. تم تثبيت قطرة الزيت الموضحة في الشكل ٢٢-٦ والمشحونة بشحنة سالبة في مجال كهربائي شدته $5.6 \times 10^{3}\ N/C$. فإذا كان وزن القطرة $4.5 \times 10^{-15}\ N$:

أ- فما مقدار الشحنة التي تحملها القطرة؟

$$E = \frac{F}{q}$$

$$q = \frac{F}{E}$$

$$= 8 \times 10^{-19}\ C$$

ب- وما عدد الإلكترونات الفائضة التي تحملها القطرة؟

5 الكترونات.

---

٧٩. ما شحنة مكثف سعته $15.0\ pF$ عند توصيله بمصدر جهد $45.0\ V$؟

$$C = \frac{q}{\Delta V}$$

$$Q = C\Delta V = 6.75 \times 10^{-10}\ C$$

---

٨٠. إذ لزم قوة مقدارها $37\ \mu C$ مسافة $25\ cm$ في مجال كهربائي منتظم، كما يوضح الشكل ٢٣-٦، فما مقدار فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين؟

$$\Delta V = \frac{W}{q} = \frac{Fd}{q}$$

$=4.4\times10^{2}\ V$

---

٨١. آلة تصوير يعبر عن الطاقة المختزنة في مكثف سعته C، وفرق الجهد الكهربائي بين طرفيه $V\Delta$ كما يلي:

$W = 1/2\ C\Delta V^{2}$. ومن التطبيقات على ذلك آلة التصوير الإلكترونية ذات الفلاش الضوئي، كالتي تظهر في الشكل ٢٤-٦. إذا شُحن مكثف في آلة تصوير مماثلة سعته $10.0\ \mu F$، إلى أن أصبح فرق الجهد عليه $3.0 \times 10^{2}\ V$ فما مقدار الطاقة المختزنة في المكثف؟

$W= 0.5\times C\Delta V^{2} = 0.45\ J$

---

٨٢. افترض أن شحن المكثف في المسألة السابقة استغرق 25 s، فأجب عما يلي:

أ- أوجد متوسط القدرة اللازمة لشحن المكثف خلال هذا الزمن.

$$P=\frac{W}{t}$$

$=1.8\times10^{-2}\ W$

ب- عند تفريغ شحنة هذا المكثف خلال مصباح الفلاش يفقد طاقته كاملة خلال زمن مقداره $1.0 \times 10\text{-}4\ s$. أوجد القدرة التي تصل إلى مصباح الفلاش.

$$P=\frac{W}{t}$$

$=4.5\times10^{3}\ W$

ج- ما أكبر قيمة ممكنة للقدرة؟

تتناسب القدرة عكسياً مع الزمن، فكلما قل زمن استهلاك كمية محددة من الطاقة زادت القدرة الناتجة.

---

٨٣. الليزر تستخدم أجهزة الليزر لمحاولة إنتاج تفاعلات اندماج نووي مسيطر عليها. ويتطلب تشغيل هذه الليزرات نبضات صغيرة من الطاقة تخزن في غرف كبيرة مملوءة بالمكثفات. وتقدر السعة الكهربائية لغرفة واحدة بـ $61 \times 10\text{-}3\ F$ تشحن حتى يصل فرق الجهد عليها إلى $10.0\ kV$.

أ- إذا علمت أن $W = \frac{1}{2} C\Delta V^2$ فأوجد الطاقة المختزنة في المكثفات.

$$W = 0.5 \times C\Delta V^2 = 3.1 \times 10^6\ J$$

ب- إذا تم تفريغ المكثفات خلال $10\ ns$ (أي $1 \times 10\text{-}8\ s$) فما مقدار الطاقة الناتجة؟

$$P = \frac{W}{t}$$

$$= 3.1 \times 10^{14}\ W$$

ج- إذا تم شحن المكثفات بواسطة مولد قدرته $1.0\ kW$ فما الزمن بالثواني لشحن المكثفات؟

$$t = \frac{W}{P}$$

$$= 3.1 \times 10^3\ s$$

مراجعة عامة

٨٤. ما مقدار الشغل المبذول لتحريك شحنة مقدارها $0.25\ \mu C$ بين لوحين متوازيين، البعد بينهما $0.40\ cm$، إذا كان المجال بين اللوحين $6400\ N/C$؟

$$W = q\Delta V = 6.4 \times 10^{-6}\ J$$

---

٨٥. ما مقدار الشحنات المخزنة في مكثف ذي لوحين متوازيين سعته $0.22\ \mu F$، إذا كان البعد بين لوحيه $1.2\ cm$، والمجال الكهربائي بينهما $2400\ N/C$؟

$$q = C\Delta V = 6.3\ \mu C$$

---

٨٦. يبين الشكل ٢٥-٦ كرتين فلزيتين صغيرتين متماثلتين، البعد بينهما 25 cm، وتحملان شحنتين مختلفتين في النوع، مقدار كل منهما 0.060 μC. فإذا كان فرق الجهد بينهما 300 V فما مقدار السعة الكهربائية للنظام؟

$$C = \frac{q}{\Delta V}$$

$$= 2\times10^{-10}\ F$$

أرجع إلى المكثف الموضح في الشكل ٢٦-٦ عند حل المسائل ٩٠-٨٧:

٨٧. إذا شحن هذا المكثف حتى أصبح فرق الجهد بين لوحيه 120 V فما مقدار الشحنة المخزنة فيه؟

$$C = \frac{q}{\Delta V}$$

$$q = C\Delta V = 5.6\ \mu C$$

---

٨٨. ما مقدار شدة المجال الكهربائي بين لوحي المكثف؟

$$\Delta V = Ed$$

$$E = \frac{\Delta V}{d}$$

$$= 4.8\times10^{4}\ V/m$$

---

٨٩. إذا وضع إلكترون بين لوحي المكثف فما مقدار القوة المؤثرة فيه؟

$$E = \frac{F}{q}$$

$$F = Eq = 7.7\times10^{-15}\ N$$

٩٠. ما مقدار الشغل اللازم لتحريك شحنة إضافية مقدارها $0.010\ \mu C$ بين لوحي المكثف عندما يكون فرق الجهد بينهما $120\ V$؟

$$\Delta V=\frac{W}{q}$$

$$W= q\Delta V = 1.2\times10^{-6}\ J$$

ارجع إلى الرسم البياني الموضح في الشكل ٢٧-٦، والذي يمثل الشحنة المخزنة في مكثف في أثناء زيادة فرق الجهد عليه، عند حل المسائل ٩٥-٩١:

٩١. ماذا يمثل ميل الخط الموضح على الرسم البياني؟

السعة الكهربائية للمكثف.

---

٩٢. ما سعة المكثف الممثل في هذا الشكل؟

$$C=0.5\ \mu F$$

٩٣. ماذا تمثل المساحة تحت الخط البياني؟

يبذل شغل لشحن المكثف.

---

٩٤. ما مقدار الشغل اللازم لشحن هذا المكثف ليصبح فرق الجهد بين لوحيه $25\ V$؟

$$W= 0.5\ bh = 160\ \mu J$$

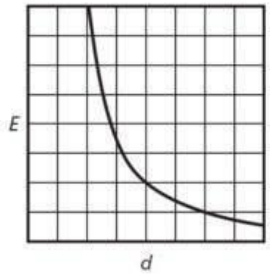
---

٩٥. لماذا لا يساوي الشغل الناتج في المسألة السابقة المقدار $q\Delta V$؟

لا يكون فرق الجهد ثابتاً في أثناء شحن المكثف، لذا يجب حساب المساحة تحت المنحنى البياني لإيجاد الشغل، وليس فقط حسابات ضرب بسيطة.

---

٩٦. مثل بيانياً شدة المجال الكهربائي الناشئ بالقرب من شحنة نقطية موجبة، على شكل دالة رياضية في البعد عنها.



---

٩٧. أين يكون المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية صفراً؟

لا يوجد مكان، أو عند مسافة لا نهائية من الشحنة النقطية.

---

٩٨. ما شدة المجال الكهربائي على بُعد **0 m** من شحنة نقطية؟ هل هناك شئ يشبه الشحنة النقطية تماماً؟

لا نهائي. لا.

التفكير الناقد:

٩٩. تطبيق المفاهيم على الرغم من تصميم قضيب مانعة الصواعق ليوصل الشحنات بأمان إلى الأرض، إلا أن هدفه الرئيس هو منع ضربة الصاعقة في المقام الأول، فكيف تعمل مانعة الصواعق ذلك؟

إن النقطة الحادة عند نهاية القضيب تسرب شحنات إلى الغلاف الجوي قبل أن ينتج عن تراكمها فرق جهد يكون كافياً لحدوث ضربة صاعقة البرق.

---

١٠٠. حلل واستنتج وضعت الكرتان الصغيرتان A وB على محور X، كما هو موضح في الشكل ٢٨-٦. فإذا كانت شحنة الكرة A تساوي 3.00 × 10-6 C، والكرة B تبعد مسافة مقدارها 0.800 m عن يمين الكرة A، وتحمل شحنة مقدارها -10 × 5.00 – 6 C فما شدة المجال الكهربائي واتجاهه عند نقطة فوق المحور X، بحيث تشكل هذه النقطة رأس مثلث متساوي الأضلاع مع الكرتين A وB؟

$E = 6.14\times10^{4}$ N/C

بزاوية مقدارها -23.4°

---

١٠١. حلل واستنتج في طابعة نفث الحبر، تعطي قطرات الحبر كمية معينة من الشحنة قبل أن تتحرك بين لوحين كبيرين متوازيين، الهدف منهما توجيه الشحنات بحيث يتم إيقافها لتتحرك في قناة، لكي لا تصل إلى الورقة، كما هو موضح في الشكل ١٩-٦. ويبلغ طول كل لوح 1.5 cm، ويتولد بينهما مجال كهربائي مقداره 106 N/C × 1.2. فإذا تحركت قطرات حبر، كتلة كل منها 0.10 ng، وشحنتها 10-16 C × 1.0، أفقياً بسرعة 15 m/s في اتجاه مواز للوحين، كما في الشكل، فما مقدار الإزاحة الرأسية للقطرات لحظة مغادرتها اللوحين؟

<u>لمساعدتك على إجابة السؤال أجب عن الأسئلة التالية:</u>

أ- ما القوة الرأسية المؤثرة في القطرات؟

$F = Eq = 1.2\times10^{-10}$ N

ب- ما مقدار التسارع الرأسي للقطرات؟

$A = F/m = 1.2\times10^{3}$ m/s^2

ج- ما الزمن الذي بقيت فيه القطرات بين اللوحين؟

$$t = L/V = 1\times10^{-3}\ s$$

د-ما إزاحة القطرات؟

$$y = 0.5\ a\ t^2 = 0.60\ mm$$

---

١٠٢. تطبيق المفاهيم افترض أن القمر يحمل شحنة محصلة (صافية) تساوي $q -$، وأن الأرض تحمل شحنة محصلة (صافية) تساوي $10\ q +$، ما مقدار الشحنة q التي تنتج مقدار القوة نفسه الناتج عن قوة الجاذبية بين كتلتيهما؟

ستختلف إجابات الطلاب اعتماداً على العالم الذي تم اختياره.

الكتابة في الفيزياء

١٠٣. اختر اسماً لوحدة كهربائية، مثل الكولوم، أو الفولت، أو الفاراد، وابحث عن حياة وعمل العالم الذي سميت باسمه. واكتب مقالة موجزة عن هذا العالم على أن تتضمن المقالة مناقشة العمل الذي برر إطلاق اسمه على تلك الوحدة.

$$q=1.8\times10^{13}\ C$$

مراجعة تراكمية

١٠٤. إذا كانت القوة بين شحنتين Q وq تساوي F عندما كانت المسافة بينهما r، فما مقدار القوة الجديدة التي تنتج في كل حالة من الحالات التالية:

أ- مضاعفة r ثلاث مرات.

$$F/9$$

ب- مضاعفة Q ثلاث مرات.

$$3F$$

ج-مضاعفة كل من r، وQ ثلاث مرات.

$$F/3$$

د- مضاعفة كل من r، وQ مرتين.

F/2

ه- مضاعفة كل من r، وQ، وq ثلاث مرات.

F

اختبار مقنن:

أسئلة اختيار من متعدد

اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١. لماذا يقاس المجال الكهربائي بشحنة اختبار صغيرة فقط؟

A. حتى لا تشتت الشحنة المجال.

B. لأن الشحنات الصغيرة لها زخم قليل.

C. حتى لا يؤدي مقدارها إلى دفع الشحنة المراد قياسها جانباً.

D. لأن الإلكترون يستخدم دائماً كشحنة اختبار، وشحنة الإلكترونات صغيرة.

٢. إذا تأثرت شحنة مقدارها 2.1×10^{-9} C بقوة مقدارها 14 N، فما مقدار المجال الكهربائي المؤثر؟

A. 0.15×10^{-9} N/C

B. 6.7×10^{-9} N/C

C. 29×10^{-9} N/C

D. 6.7×10^{-9} N/C

٣. تتأثر شحنة اختبار موجبة مقدارها 8.7 µC بقوة 8.1×10^{-6} N في اتجاه يصنع زاوية 24° شمال الشرق. ما مقدار واتجاه شدة المجال الكهربائي في موقع شحنة الاختبار؟

A. 7.0×10^{-8} N/C، 24° شمال الشرق.

B. 1.7×10^{-6} N/C، 24° جنوب الغرب.

C. 1.1×10^{-3} N/C، 24° غرب الجنوب.

D. 9.3×10^{-1} N/C، 24° شمال الشرق.

٤. ما مقدار فرق الجهد الكهربائي بين لوحين يبعد أحدهما عن الآخر 18 cm، والمجال الكهربائي بينهما 4.8 × 103 N/C؟

A. 27 V

B. 86 V

C. 0.86 kV

D. 27 kV

٥. ما مقدار الشغل المبذول على بروتون عند نقله من لوح سالب الشحنة إلى لوح موجب الشحنة، إذا كانت المسافة بين اللوحين 4.3 cm، والمجال الكهربائي بينهما 125 N/C؟

A. 5.5×10^{-23} J

B. 8.6×10^{-19} J

C. 1.1×10^{-16} J

D. 5.4 J

٦. كيف يمكن تحديد قيمة المجال الكهربائي في تجربة قطرة الزيت لمليكان؟

A. باستخدام مغناطيس كهربائي قابل للقياس.

B. من خلال فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين.

C. من خلال مقدار الشحنة.

D. بواسطة مقياس كهربائي.

٧. في تجربة قطرة الزيت، تم تثبيت قطرة زيت وزنها 1.9 × 10-14 N عندما كان فرق الجهد بين اللوحين 0.78 kV، والبعد بينهما 63 mm، كما هو موضح في الشكل في الصفحة التالية. ما مقدار الشحنة على القطرة؟

A. -1.5×10^{-18} C

B. -1.2×10^{-15} C

C. -3.9×10^{-16} C

-9.3×10^{-13} C .D

٨. مكثف سعته 0.093 µF. إذا كانت شحنته 58 µC فما مقدار فرق الجهد الكهربائي عليه؟

5.4×10^{-12} N .A

1.6×10^{-6} N .B

6.2×10^{2} N .C

5.4×10^{3} N.D

الأسئلة الممتدة

٩. افترض أن قطرة زيت تحمل 18 إلكتروناً إضافياً. احسب شحنة قطرة الزيت، واحسب فرق الجهد الكهربائي اللازم لتثبيتها بين لوحين فلزيين متوازيين ومشحونين البعد بينهما 14.1 mm، إذا كان وزنها 6.12 × 10-14 N.

$18 \times 1.6 \times 10^{-19} = 2.88 \times 10^{-18}$ C.a

$6.12 \times 10^{-4} \times 1.41 \times 10^{2} / (2.88 \times 10^{-18}) = 3 \times 10^{2}$ V.b

الفصل السابع:

الكهرباء التيارية

الدرس ١-٧ التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية

صفحة ١٧٩

مسائل تدريبية

١. إذا مر تيار كهربائي مقداره 0.50 A في مصباح كهربائي فرق الجهد بين طرفيه 125 V، فما المعدل الزمني لتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية؟ افترض أن كفاءة المصباح 100%.

$P = IV = 63\ W$

---

٢. تولد تيار مقداره 2.0 A في مصباح متصل ببطارية سيارة. ما مقدار القدرة المستهلكة في المصباح إذا كان فرق الجهد عليه 12 V؟

$P = IV = 24\ W$

---

٣. ما مقدار التيار الكهربائي المار في مصباح قدرته 75 W متصل بمصدر جهد مقداره 125 V؟

$P = IV$

$I = \frac{P}{V}$

$= 0.6\ A$

---

٤. يمر تيار كهربائي مقداره 210 A في جهاز بدء التشغيل في محرك سيارة. فإذا كان فرق الجهد بين قطبي البطارية 12 V فما مقدار الطاقة الكهربائية التي تصل إلى جهاز بدء التشغيل خلال 10.0 s؟

$P = IV\ ,\ E = Pt$

$E = IVt = 2.5\times10^{4}\ J$

---

٥. مصباح كهربائي كتب عليه 0.90 W إذا كان فرق الجهد بين طرفيه 3.0 V فما مقدار شدة التيار المار فيه؟

$$P = IV$$

$$I = \frac{P}{V}$$

$$= 0.3\ A$$

صفحة ٢٠٢

مسائل تدريبية

افترض أن هذه المسائل جميعها أن جهد البطارية ومقاومات المصابيح ثابتة، بغض النظر عن مقدار التيار.

٦. إذا وُصل محرك جهد، وكانت مقاومة المحرك في أثناء تشغيله 33 Ω، ومقدار التيار المار في تلك الدائرة 3.8 A، فما مقدار جهد المصدر؟

$$V = IR = 1.2\times10^{2}\ V$$

---

٧. يمر تيار مقداره $2.0 \times 10\text{-}4\ A$ في مجس عند تشغيله ببطارية جهدها 3.0 V. ما مقدار مقاومة دائرة جهاز المجس؟

$$R = \frac{V}{I}$$

$$=1.5\times10^{5}\ \Omega$$

---

٨. يسحب مصباح تياراً مقداره 0.5 A عند توصيله بمصدر جهد مقداره 120 V. احسب مقدار:

أ- مقاومة المصباح.

$$R = \frac{V}{I}$$

$$= 2.4\times10^{2}\ \Omega$$

ب-القدرة الكهربائية المستهلكة في المصباح.

$$P = IV = 6\times10\ W$$

---

٩. وصل مصباح كتب عليه 75 W بمصدر جهد 125 V، احسب مقدار:

أ- التيار المار في المصباح.

$$I = \frac{P}{V}$$

$$= 0.6\ A$$

ب- مقاومة المصباح.

$$R = \frac{V}{I}$$

$$= 2.1\times10^{2}\ \Omega$$

---

١٠. في المسألة السابقة، إذا أضيف مقاوم للمصباح لتقليل التيار المار فيه إلى نصف قيمته الأصلية، فما مقدار:

أ- فرق الجهد بين طرفي المصباح؟

$$V = IR = 6.3\times10\ V$$

ب- المقاومة التي أضيفت إلى الدائرة؟

$$R_{total} = \frac{V}{I}$$

$$= 4.2\times10^{2}\ \Omega$$

$$R_{res} = R_{total} - R_{lamp} = 2.1\times10^{2}\ \Omega$$

ج- القدرة الكهربائية التي يستهلكها المصباح الآن؟

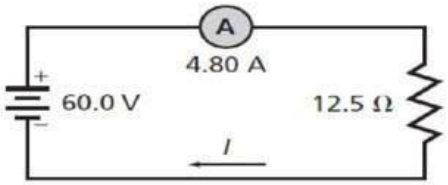
$P = IV = 19\ W$

صفحة ٢٠٤

مسائل تدريبية

١١. ارسم رسماً تخطيطياً لدائرة توالٍ تحتوي على بطارية فرق الجهد بين طرفيها **60.0 V**، وأميتر، ومقاوم مقداره **12.5 Ω**، أوجد قراءة الأميتر، وحدد اتجاه التيار.

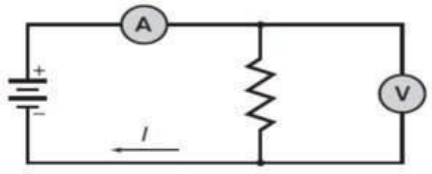
$I = 4.80\ A$



---

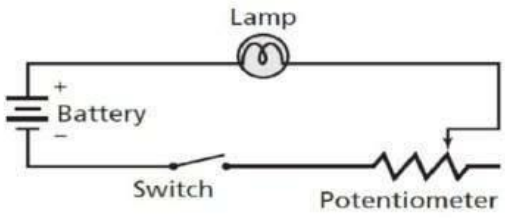
١٢. أضف فولتمتر إلى الرسم التخطيطي للدائرة الكهربائية في المسألة السابقة لقياس فرق الجهد بين طرفي المقاومين، ثم أعد حلها.

$60.0\ V$



---

١٣. ارسم دائرة على أن تستخدم بطارية ومصباحاً ومفتاحاً كهربائياً ومقاوماً متغيراً لتعديل سطوع المصباح.



١-٧ مراجعة

١٤. رسم تخطيطي ارسم رسماً تخطيطياً لدائرة كهربائية تحتوي على بطارية ومصباح كهربائي، وتأكد من أن المصباح الكهربائي سيضئ في هذه الدائرة.

---

١٥. المقاومة الكهربائية يدعى طارق أن المقاومة ستزداد بزيادة فرق الجهد؛ وذلك لأن **R = V/I**. فهل ما يدعيه طارق صحيح؟ فسر ذلك.

لا، تعتمد المقاومة على الجهاز، فعند زيادة الجهد **V** يزداد التيار أيضاً.

---

١٦. المقاومة الكهربائية إذا أردت قياس مقاومة سلك طويل فبين كيف تركب دائرة كهربائية باستخدام بطارية وفولتمتر وأميتر والسلك الذي تريد قياس مقاومته. حدد ما الذي ستقيسه؟ وبين كيف ستسحب المقاومة؟

قس التيار المار في السلك وفرق الجهد بين طرفيه، ثم قسم فرق الجهد على التيار لتحصل على مقاومة السلك.

١٧. القدرة تتصل دائرة كهربائية مقاومتها 12 Ω ببطارية جهدها 12 V. حدد التغير في القدرة إذا قلت المقاومة إلى 9.0 Ω؟

$P_1 = V^2/R_1 = 12\ W$

$P_2 = V^2/R_2 = 16\ W$

$\Delta P = P_2 - P_1 = 4\ W$

تزداد

---

١٨. الطاقة تحول دائرة كهربائية طاقة مقدارها $2.2 \times 103\ J$ عندما تُشغل ثلاث دقائق. حدد مقدار الطاقة التي ستتحول عندما تشغل مدة ساعة واحدة.

$E = 44 \times 103\ J$

---

١٩. التفكير الناقد نقول إن القدرة تستهلك وتستنفد في مقاوم. والاستنفاد يعني الاستخدام، أو الضياع. فما (الاستخدام) عند مرور شحنات في مقاوم كهربائي؟

تتناقص طاقة الوضع الكهربائية للشحنات عند مرورها خلال المقاوم، ويستخدم هذا النقص في طاقة الوضع في توليد حرارة فيه.

الدرس ٢-٧ استخدام الطاقة الكهربائية

صفحة ٢٠٧

مسائل تدريبية

٢٠. يعمل سخان كهربائي مقاومته 15 Ω على فرق جهد مقداره 120 V. احسب مقدار:

أ- التيار المار في مقاومة السخان.

$I = \underline{V}$

R

$= 8\ A$

ب- الطاقة المستهلكة في مقاومة السخان خلال 30.0 s.

$E = I^2Rt = 2.9\times10^4\ J$

ج- الطاقة الحرارية الناتجة في هذه المدة.

$E = 2.9\times10^4\ J$

---

٢١. وُصل مقاوم مقداره 39 Ω ببطارية جهدها 45 V. فاحسب مقدار:

أ- التيار المار في الدائرة.

$$I = \frac{V}{R}$$

$= 1.2\ A$

ب- الطاقة المستهلكة في المقاوم خلال 5.0 min.

$$E = \frac{V^2t}{R}$$

$= 1.6\times10^4\ J$

---

٢٢. مصباح كهربائي قدرته 100.0 W، وكفاءته 22%؛ أي أن 22% فقط من الطاقة الكهربائية تتحول إلى طاقة ضونية.

أ- ما مقدار الطاقة الحرارية التي ينتجها المصباح الكهربائي كل دقيقة؟

$E = Pt = 1.3\times10^3\ J$

ب-ما مقدار الطاقة التي يحولها المصباح إلى ضوء كل دقيقة في أثناء إضاءته؟

$E = Pt = 4.7\times10^3\ J$

٢٣. تبلغ مقاومة عنصر التسخين في طبّاخ كهربائي عند درجة حرارة تشغيله Ω 11.

أ- إذا تم توصيل الطبّاخ بمصدر جهد مقداره 220 V فما مقدار التيار الكهربائي المار في عنصر التسخين؟

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 2\times10\ A$$

ب- ما مقدار الطاقة التي يحوّلها هذا العنصر إلى طاقة حرارية خلال 30.0 s؟

$$E = I^2Rt = 1.3\times10^5\ J$$

ج- استخدم العنصر في تسخين غلاية تحتوي على 1.20 kg من الماء. افترض أن الماء امتص 65% من الحرارة الناتجة، فما مقدار الارتفاع في درجة حرارته خلال 30.0 s؟

$$Q = mC\Delta T$$

$$T = \frac{Q}{mC}$$

$$= 17^{\circ}C$$

---

٢٤. استغرق سخان ماء كهربائي جهده 120 V زمناً مقداره 2.2 h لتسخين حجم معين من الماء إلى درجة الحرارة المطلوبة. احسب المدة اللازمة لإنجاز المهمة نفسها، وذلك باستخدام سخان آخر جهده 240 V مع بقاء التيار نفسه.

مضاعفة الجهد سيقلل الزمن إلى النصف،

$$t = 1.1h$$

صفحة ٢١٠

مسألة تحفيز

استخدم الشكل المجاور للإجابة عن الأسئلة التالية:

١. في البداية، المكثف غير مشحون، والمفتاح ١ مغلق، والمفتاح ٢ بقي مفتوحاً. احسب فرق الجهد بين طرفي المكثف.

15 V

---

٢. إذا فُتح المفتاح ١ الآن، وبقي المفتاح ٢ مفتوحاً فما فرق الجهد بين طرفي المكثف؟ لماذا؟

سيبقى فرق الجهد **15 V**، لأنه لا يوجد مسار لتفريغ الشحنة.

---

٣. بعد ذلك، أغلق المفتاح ٢، وبقي المفتاح ١ مفتوحاً. ما فرق الجهد بين طرفي المكثف؟ وما مقدار التيار المار في المقاوم بعد إغلاق المفتاح ٢ مباشرة؟

15 V و **13 mA**

---

٤. مع مرور الوقت، ماذا يحدث لجهد المكثف والتيار المار في المقاوم؟

يبقى جهد المكثف **15 V**، لأنه لا يوجد مسار لتفريغ شحنات المكثف، ويبقى مقدار التيار المار في الدائرة **13m A**، لأن جهد البطارية ثابت عند **15 V**. لكن إذا كان كل من البطارية والمكثف عناصر الدائرة المثالية فأن جهد المكثف في النهاية يصبح صفراً، وذلك بسبب تسرب الشحنات وسيصبح التيار في النهاية صفراً كذلك، بسبب استنفاد البطارية.

صفحة ٢١١

مسائل تدريبية

٢٥. يمر تيار كهربائي مقداره 15.0 A في مدفأة كهربائية عند وصلها بمصدر فرق جهد 120 V. فإذا تم تشغيل المدفأة بمتوسط 5.0 h يومياً فاحسب:

أ- مقدار القدرة التي تستهلكها المدفأة.

$P = IV = 1.8\ kW$

ب- مقدار الطاقة المستهلكة في 30 يوماً بوحدة kWh.

$E = Pt = 270\ kWh$

ج- تكلفة استخدام المدفأة عند تشغيلها مدة 30 يوماً، إذا كان ثمن الكيلوواط. ساعة 0.12 ريال.

32.4 ريال

---

٢٦. تبلغ مقاومة ساعة رقمية 12,000 Ω، وهي موصولة بمصدر فرق جهد مقداره 115 V، فاحسب:

أ- مقدار التيار الذي يمر فيها.

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 9.6\times10^{-3}A$$

ب- مقدار القدرة الكهربائية التي تستهلكها الساعة.

$P = VI = 1.1\ W$

ج- تكلفة تشغيل الساعة 30 يوماً، إذا كان ثمن الكيلوواط. ساعة 0.12 ريال.

0.1 ريال.

---

٢٧. تنتج بطارية سيارة تياراً مقداره 55 A لمدة 1.0 h، وذلك عندما يكون فرق جهدها 12 V. ويتطلب إعادة شحنها طاقة أكبر 1.3 مرة ضعف الطاقة التي تزودنا بها؛ لأن كفاءتها أقل من الكفاءة المثالية. ما الزمن اللازم لشحن البطارية باستخدام تيار مقداره 7.5 A؟ افترض أن فرق جهد الشحن هو نفسه فرق جهد التفريغ.

$$E_{charge} = 1.3\ IVt = 858\ Wh$$

$$t = \frac{E}{IV}$$

$$= 9.5\ h$$

7-2 مراجعة

٢٨. الطاقة يشغل محرك السيارة المولد الكهربائي، والذي يولد بدوره التيار الكهربائي اللازم لعمل السيارة، ويخزن شحنات كهربائية في بطارية السيارة. وتستخدم المصابيح الرئيسة في السيارة الشحنة الكهربائية المختزنة في بطارية السيارة. جهز قائمة بأشكال الطاقة في العمليات السابقة.

تتحول الطاقة الميكانيكية من المحرك إلى طاقة كهربائية في المولد، وتختزن الطاقة الكهربائية على شكل طاقة كيميائية في البطارية، وتتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية في البطارية، وتتحول الطاقة الكهربائية إلى ضوء وطاقة حرارية في المصابيح الرئيسة.

---

٢٩. المقاومة الكهربائية يتم تشغيل مجفف الشعر بوصلة بمصدر جهد 120 V، ويكون فيه خياران: حار ودافئ. في أي الخيارين تكون المقاومة أصغر؟ ولماذا؟

يستهلك مجفف الشعر عند ضبطه على الساخن قدرة أكبر. وحيث أن $P = IV$، والجهد ثابت لذا يكون التيار المار فيه أكبر، ولأن $I = V/R$ فأن المقاومة تكون أقل.

---

٣٠. القدرة حدد مقدار التغير في القدرة في دائرة كهربائية إذا قل الجهد المطبق إلى النصف.

ستنخفض إلى ربع القيمة الأصلية.

---

٣١. الكفاءة قوّم أثر البحث لتحسين خطوط نقل القدرة الكهربائية في المجتمع والبيئة؟

بعض الفوائد المحتملة: تقليل تكلفة الكهرباء المستهلكة، وكلما قلت القدرة المفقودة خلال خطوط النقل قل استهلاك الفحم وغيره من المصادر الأخرى المستخدمة لتوليد القدرة الكهربائية، والذي من شأنه تحسين بيئتنا.

---

٣٢. الجهد لماذا يتم توصيل الطباخ الكهربائي وسخان الماء الكهربائي بدائرة جهدها 240 V بدلاً من دائرة جهدها 120 V؟

للقدرة نفسها، عند مضاعفة الجهد، سيقل التيار إلى النصف. وستقل خسارة I2R في شبكة أسلاك الدائرة الكهربائية بشكل كبير، لأنها تتناسب طردياً مع مربع التيار.

---

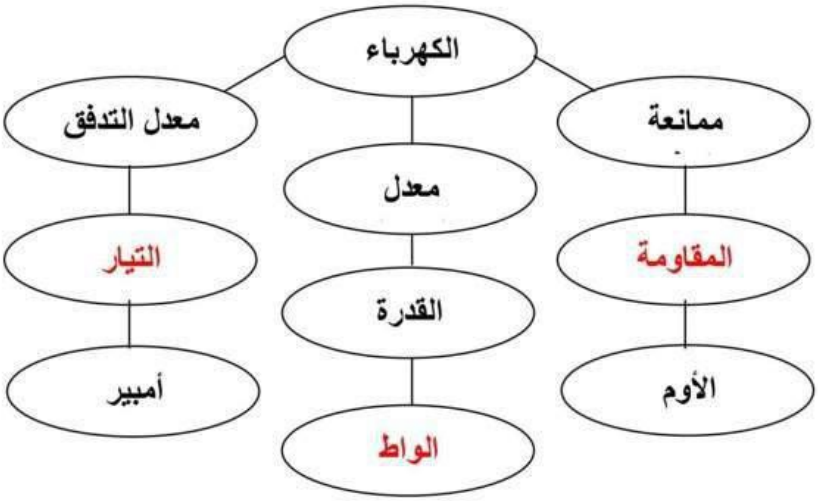
٣٣. التفكير الناقد عندما يرتفع الطلب على القدرة الكهربائية تقوم شركات الكهرباء أحياناً بتقليل الجهد، مما يؤدي إلى خفوت الأضواء. ما الذي يبقى محفوظاً ولا يتغير؟

القدرة، وليست الطاقة، ستعمل معظم الأجهزة لفترة زمنية أطول.

الفصل٧: التقويم

خريطة المفاهيم:

٣٤. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: الواط، التيار، المقاومة. الكهرباء ـ ممانعة التدفق ـ معدل التحويل ـ معدل التدفق ـ القدرة ـ الأوم ـ الأمبير



إتقان المفاهيم:

٣٥. عرف وحدة قياس التيار الكهربائي بدلالة الوحدات الأساسية **MKS**.

1A = 1C/1s

ارجع إلى الشكل ١٢-٧ للإجابة عن الأسئلة ٣٩-٣٦:

٣٦. كيف يجب وصل فولتمتر في الشكل لقياس جهد المحرك؟

يوصل القطب الموجب للفولتمتر مع قطب الذراع اليسرى للمحرك، ويوصل القطب السالب للفولتمتر مع قطب الذراع اليمني للمحرك.

---

٣٧. كيف يجب وصل أميتر في الشكل لقياس تيار المحرك؟

افتح الدائرة بين البطارية والمحرك، ثم صل القطب الموجب للاميتر مع الطرف الموجب لمكان فتح الدائرة (الطرف الموصل مع القطب الموجب للبطارية) وصل القطب السالب للاميتر مع الطرف السالب (الطرف الأقرب إلى المحرك).

---

٣٨. ما اتجاه التيار الاصطلاحي في المحرك؟

من اليسار إلى اليمين خلال المحرك.

---

٣٩. ما رقم الأداة التي:

أ- تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية؟

4

ب- تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية؟

1

ج- تعمل على فتح الدائرة وإغلاقها؟

2

د- توفر طريقة لضبط السرعة وتعديلها؟

3

---

٤٠. صف تحولات الطاقة التي تحدث في الأدوات التالية:

أ- مصباح كهربائي متوهج.

الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وضوء.

ب- مجفف ملابس.
الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وطاقة حركية.

ج- مذياع رقمي مزود بساعة.
الطاقة الكهربائية إلى ضوء وصوت.

---

٤١. أي السلكين يوصل الكهرباء بمقاومة أقل: سلك مساحة مقطعه العرضي كبيرة، أم سلك مساحة مقطعه العرضي صغيرة؟

للسك ذي المقطع العرضي الأكبر مقاومة أقل، لأن هناك عدداً أكبر من الإلكترونات لحمل الشحنة.

---

٤٢. لماذا يكون عدد المصابيح التي تحترق لحظة إضاءتها أكبر كثيراً من عدد المصابيح التي تحترق وهي مضاءة؟

تسمح المقاومة القليلة للفتيلة الباردة بمرور تيار كبير في البداية، ومن ثم تغير كبير في درجة حرارتها مما يؤدي إلى تعرض الفتيلة لإجهاد كبير.

---

٤٣. عند عمل دائرة قصر لبطارية بوصل طرفي سلك نحاسي بقطبي البطارية ترتفع درجة حرارة السلك. فسر لماذا يحدث ذلك؟

تولد دائرة القصر تياراً كبيراً مما يسبب تصادم عدد أكبر من الإلكترونات مع ذرات السلك وهذا يؤدي إلى رفع الطاقة الحركية للذرات ودرجة حرارة السلك.

٤٤. ما الكميات الكهربائية التي يجب المحافظة على مقاديرها قليلة عند نقل الطاقة الكهربائية مسافات طويلة بصورة اقتصادية؟

مقاومة السلك والتيار المار في السلك.

٤٥. عرف وحدة القدرة الكهربائية بدلالة الوحدات الأساسية MKS؟

$$W = \frac{C}{s} \cdot \frac{J}{C} = \frac{J}{s} = \frac{Kgm^2}{s^3}$$

تطبيق المفاهيم:

٤٦. خطوط القدرة لماذا تستطيع الطيور الوقوف على خطوط الجهد المرتفع دون أن تتعرض لصدمة كهربائية؟

ليس هناك فرق جهد على إمتداد السلك، لذا لا يمر تيار كهربائي خلال جسم الطائر.

---

٤٧. صف طريقتين لزيادة التيار في دائرة كهربائية.

إما زيادة الجهد أو بتقليل المقاومة.

---

٤٨. المصابيح الكهربائية يعمل مصباحان كهربائيان في دائرة كهربائية جهدها 120 V، فإذا كانت قدرة أحدهما 50 W والآخر 100 W، فأي المصباحين مقاومته أكبر؟ وضح إجابتك.

المصباح الكهربائي 50W، $P=V^2/R$، لذا فأن $R = V^2/P$ فالمقاومة الكبيرة تسبب قدرة أقل.

---

٤٩. إذا ثبت فرق الجهد في دائرة كهربائية، وتم مضاعفة مقدار المقاومة، فما تأثير ذلك في تيار الدائرة؟

إذا تضاعفت المقاومة فأن التيار سيقل إلى النصف.

---

٥٠. ما تأثير مضاعفة كل من الجهد والمقاومة في تيار دائرة كهربائية؟ وضح إجابتك.

لا تأثير/ $V = IR$، لذا فان $I = V/R$ فإذا تضاعف كل من الجهد والمقاومة فأن التيار لا يتغير.

---

٥١. قانون أوم وجدت سارة أداة تشبه مقاوماً. عندما وصلت هذه الأداة ببطارية جهدها 1.5 V مر فيها تيار مقداره $45 \times 10\text{-}6$ A فقط، ولكن عندما استخدمت بطارية جهدها 3.0 V مر فيها تيار مقداره $25 \times 10\text{-}3$ A، فهل تحقق هذه الأداة قانون أوم؟

لا، لأنه عند 1.5V تكون المقاومة 3.3×104 Ω، وعند 3V تكون المقاومة 120 Ω. فالجهاز الذي يحقق قانون أوم له مقاومة لا تعتمد على الجهد المطبق.

---

٥٢. إذا غير موقع الأميتر المبين في الشكل 7-4a ليصبح أسفل الشكل، فهل تبقى قراءة الأميتر هي نفسها؟ وضح ذلك.

نعم، لأن قيمة التيار متساوية عند كل النقاط في الدائرة.

---

٥٣. سلكان أحدهما مقاومته كبيرة والآخر مقاومته صغيرة. إذا وصل كل منهما بقطبي بطارية جهدها 60 V، فأي السلكين ينتج طاقة بمعدل أكبر؟ ولماذا؟

السلك الذي له أقل مقاومة، لأن $P = V2/R$، فالمقاومة R الأقل تولد قدرة P أكبر تتبدد في السلك، حيث يولد طاقة حرارية بمعدل أكبر.

إتقان حل المسائل:

١-٧ التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية:

٥٤. وصل محرك ببطارية جهدها 12 V كما هو موضح في الشكل ١٣-٧. احسب مقدار:

أ- القدرة التي تصل إلى المحرك؟

$$P = VI = 18W$$

ب- الطاقة المحولة إذا تم تشغيل المحرك 12 min؟

$$E = Pt = 1.6\times10^{4}\ J$$

---

٥٥. يمر تيار كهربائي مقداره 0.50 A في مصباح متصل بمصدر جهده 120 V، احسب مقدار:

أ- القدرة الواصلة.

$$P = IV = 6\times10\ W$$

ب- الطاقة التي يتم تحويلها خلال 5.0 min.

$$E = Pt = 1.8\times10^{4}\ J$$

---

٥٦. مجففات الملابس وصلت مجففة ملابس قدرتها 4200 W بدائرة كهربائية جهدها 220 V، احسب مقدار التيار المار فيها.

$$P = IV$$

$$I = \frac{P}{V}$$

$= 19\ A$

---

٥٧. أرجع إلى الشكل ١٤-٧ للإجابة عن الأسئلة التالية:

أ- ما قراءة الأميتر؟

$$I = \frac{V}{R}$$

$= 1.5\ A$

ب- ما قراءة الفولتمتر؟

$27\ V$

ج- ما مقدار القدرة الواصلة إلى المقاوم؟

$P = IV = 41W$

د- ما مقدار الطاقة التي تصل إلى المقاوم كل ساعة؟

$E = Pt = 1.5\times10^5\ J$

---

٥٨. المصابيح اليدوية وصل مصباح يدوي بفرق جهد $3.0\ V$، فمر فيه تيار مقداره $1.5\ A$.

أ- ما معدل الطاقة الكهربائية المستهلكة في المصباح؟

$P = IV = 4.5\ W$

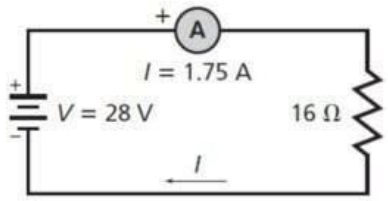
ب- ما مقدار الطاقة الكهربائية التي يحولها المصباح خلال $11\ min$؟

$E = Pt = 3\times10^3\ J$

---

٥٩. ارسم رسماً تخطيطياً لدائرة توال كهربائية تتضمن مقاوماً مقداره 16 Ω، وبطارية، وأميتر قراءته 1.75 A، حدد كلا من الطرف الموجب للبطارية وجهدها، والطرف الموجب للأميتر، واتجاه التيار الاصطلاحي.

V =28V



---

٦٠. يمر تيار كهربائي مقداره 66 mA في مصباح عند توصيله ببطارية جهدها 6.0 V، ويمر فيه تيار مقداره 75 mA عند استخدم بطارية جهدها 9.0 V، أجب عن الأسئلة التالية:

أ- هل يحقق المصباح قانون أوم؟

لا، يزداد الجهد بمعامل مقداره 1.5، بينما يزداد التيار بمعامل مقداره 1.1.

ب- ما مقدار القدرة المستنفدة في المصباح عند توصيله ببطارية 6.0 V؟

P = IV = 0.4 W

ج- ما مقدار القدرة المستنفدة في المصباح عند توصيله ببطارية 9.0 V؟

P = IV = 0.68 W

---

٦١. يمر تيار مقداره 0.40 A في مصباح موصول بمصدر جهد 120 V، أجب عما يلي:

أ- ما مقدار مقاومة المصباح في أثناء إضاءته؟

V = IR

$$R = \frac{V}{I}$$

$= 3\times10^{2}\ \Omega$

ب- تصبح مقاومة المصباح عندما يبرد 1/5 مقاومته عندما يكون ساخناً. ما مقدار مقاومة المصباح وهو بارد؟

$6\times10\ \Omega$

ج- ما مقدار التيار المار في المصباح لحظة إضاءته من خلال وصله بفرق جهد مقداره 120 V؟

$$I = \frac{V}{R}$$

$= 2\ A$

---

٦٢. المصابيح الكهربائية ما مقدار الطاقة المستنفدة في مصباح قدرته 60.0 W خلال نصف ساعة؟ وإذا حول المصباح 12% من الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية فما مقدار الطاقة الحرارية التي يولدها خلال نصف ساعة؟

$1.08\times10^{5}\ J\ ,\ 9.5\times10^{4}\ J$

---

٦٣. يمثل الرسم البياني في الشكل ١٥-٣ العلاقة بين فرق الجهد والتيار المار في جهاز يسمى الصمام الثنائي (الدايود) وهو مصنوع من السليكون. أجب عن الأسئلة التالية:

أ- إذا وصل الدايود بفرق جهد مقداره 0.70 V فما مقدار مقاومته؟

$$R = \frac{V}{I}$$

$= 32\ \Omega$

ب- ما مقدار مقاومة الدايود عند استخدام فرق جهد مقداره 0.60 V؟

$$R = \frac{V}{I}$$

$= 1.2\times10^{2}\ \Omega$

ج- هل يحقق الدايود قانون أوم؟

لا، تعتمد المقاومة على الجهد.

٢-٧ استخدام الطاقة الكهربائية

٦٤. البطاريات يبلغ ثمن بطارية جهدها **9.0 V** تقريباً **10** ريالات، وتولد هذه البطارية تياراً مقداره **0.0250 A** مدة **26.0 h** قبل أن يتم تغييرها. احسب تكلفة كل **kWh** تزودنا به هذه البطارية.

1700/kWh ريال.

---

٦٥. ما مقدار أكبر تيار ينتج عن قدرة كهربائية مقدارها **5.0 W** في مقاوم مقداره **220** **Ω**؟

$P = I^{2}R$

$I = 0.15\ A$

---

٦٦. يمر تيار مقداره **3.0 A** في مكواة كهربائية جهدها **110 V**. ما مقدار الطاقة الحرارية الناتجة خلال ساعة؟

$Q = E = VIt = 1.2\times10^{6}\ J$

---

٦٧. في الدائرة الموضحة في الشكل ١٦-٧ تبلغ أكبر قدرة كهربائية آمنة **50 W**. استخدم الشكل لإيجاد كل مما يلي:

أ- أكبر تيار آمن.

$P = I^2R$

$I = 1.1\ A$

ب- أكبر جهد آمن.

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$V = 45\ V$

---

٦٨. يمثل الشكل ١٧-٧ دائرة فرن كهربائي. احسب قيمة الفاتورة الشهرية (30 يوماً) إذا كان ثمن الكيلوواط. ساعة 0.10 ريال، وتم ضبط منظم الحرارة ليشتغل الفرن ربع الفترة الزمنية؟

$$E = \frac{V^2t}{R}$$

$= 2160\ kWh$

التكلفة = 216 ريال.

---

٦٩. التطبيقات يكلف تشغيل مكيف هواء 50 ريالاً خلال 30 يوماً، وذلك على اعتبار أن المكيف يعمل نصف الفترة الزمنية، وثمن كل kWh هو 0.090 فلس. احسب التيار الذي يمر في المكيف عند تشغيله على فرق جهد مقداره 120 V؟

$$E = \frac{Cost}{Rate}$$

$= 556\ kWh$

$E = IVt$

$$I = \frac{E}{Vt}$$

$= 12.9\ A$

٧٠. المذياع يتم تشغيل مذياع ببطارية جهدها 9.0 V، بحيث تزوده بتيار مقداره 50.0 mA.

أ- إذا كان ثمن البطارية 10 ريالات، وتعمل لمدة 300.0 h فاحسب تكلفة كل kWh تزودنا به هذه البطارية عند تشغيل المذياع هذه الفترة.

74/kWh ريال.

ب- إذا تم تشغيل المذياع نفسه بواسطة محول موصول بدائرة المنزل، وكان ثمن الكيلوواط. ساعة 0.12 ريال، فاحسب تكلفة تشغيل المذياع مدة 300 h.

0.02 ريال.

مراجعة عامة

٧١. يمر تيار مقداره 1.2 A في مقاوم مقداره 50.0 Ω مدة 5.0 min، احسب مقدار الحرارة المتولدة في المقاوم خلال هذه الفترة؟

2.2×10^4 J

٧٢. وصل مقاوم مقداره 6.0 Ω ببطارية جهدها 15 V.

أ- ما مقدار التيار المار في الدائرة؟

$V = IR$

$I = \frac{V}{R}$

$= 2.5$ A

ب- ما مقدار الطاقة الحرارية الناتجة خلال 10.0 min؟

$Q = E = I^2Rt = 2.3\times10^4$J

---

٧٣. المصابيح الكهربائية تبلغ مقاومة مصباح كهربائي متوهج 10.0 Ω قبل إنارته، بتوصيله بمصدر جهد مقداره 120 V. أجب عن الأسئلة التالية:

أ- ما مقدار التيار الذي يمر في المصباح عند إنارته؟

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 3\ A$$

ب- ما مقدار التيار الذي يمر في المصباح لحظة إنارته (التيار اللحظي)؟

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 12A$$

ج- متى يستهلك المصباح أكبر قدرة كهربائية؟

في اللحظة التي يشغل فيها.

---

٧٤. يستخدم مقاوم متغير للتحكم في سرعة محرك كهربائي جهده 12 V، عند ضبط المقاوم ليتحرك المحرك بأقل سرعة يمر فيه تيار مقداره 0.02 A. وعندما يضبط المقاوم ليتحرك المحرك بأكبر سرعة يمر فيه تيار مقداره 1.2 A، ما مدى المقاوم المتغير؟

مقاومة أصغر سرعة هي $R = V/I = 600\ \Omega$

مقاومة أكبر سرعة هي $R = V/I = 1\times10\ \Omega$

المدى من $1\times10^{1}\ \Omega$ إلى $600\ \Omega$

---

٧٥. يشغل محرك كهربائي مضخة توزيع الماء في مزرعة بحيث تضخ 1.0 × 104 L من الماء رأسياً إلى أعلى مسافة 8.0 m في كل ساعة. فإذا وصل المحرك بمصدر جهد مقداره 110 V، وكانت مقاومته في أثناء تشغيله 22.0 Ω فما مقدار:

أ- التيار المار في المحرك؟

$$V = IR = 5\ A$$

ب- كفاءة المحرك؟

$$E_w = mgd = 8\times105\ J$$

$$E_m = IVt = 2\times106\ J$$

الكفاءة =

$$\frac{E_w \times 100}{E_m}$$

$$= 40\%$$

---

٧٦. ملف تسخين مقاومته $4.0\ \Omega$، ويعمل على جهد مقداره $120\ V$، أجب عما يلي:

أ- ما مقدار التيار الكهربائي المار في الملف عند تشغيله؟

$$V = IR$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 3\times10\ A$$

ب- ما مقدار الطاقة الواصلة إلى الملف خلال $5.0\ min$؟

$$E = I^2Rt = 1.1\times10^6\ J$$

ج- إذا غُمر الملف في وعاء عازل يحتوي على $20.0\ kg$ من الماء فما مقدار الزيادة في درجة حرارة الماء؟ افترض أن الماء امتص الحرارة الناتجة بنسبة $100\ \%$.

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

$$= 13^{\circ}C$$

د- إذا كان ثمن الكيلوواط. ساعة 0.08 ريال فما تكلفة تشغيل الملف $30\ min$ في اليوم مدة 30 يوماً؟

4.4 ريال.

٧٧. التطبيقات مدفأة كهربائية تصل قدرتها إلى 500 W، أجب عما يلي:

أ- ما مقدار الطاقة الواصلة إلى المدفأة في نصف ساعة؟

$$E = Pt = 9\times10^5\ J$$

ب- تستخدم المدفأة لتدفئة غرفة تحتوي على 50 kg من الهواء، فإذا كانت الحرارة النوعية للهواء 1.10 kJ/kg.°C، و50% من الطاقة الحرارية الناتجة تعمل على تسخين الهواء في الغرفة، فما مقدار التغير في درجة هواء الغرفة خلال نصف ساعة؟

$$Q = mC\Delta T$$

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

$$= 8^{\circ}C$$

ج- إذا كان ثمن الكيلوواط. ساعة 0.08 ريال، فما تكلفة تشغيل المدفأة 6.0 h في اليوم مدة 30 يوماً؟

7 ريالات.

التفكير الناقد:

٧٨. تصميم النماذج ما مقدار الطاقة المخزنة في مكثف؟ يعبر عن الطاقة اللازمة لزيادة فرق الجهد للشحنة q بالعلاقة: E = qV، ويحسب فرق الجهد في مكثف بالعلاقة: V = q/C. لذا فإنه كلما زادت الشحنة على المكثف يزداد فرق الجهد، ومن ثم فإن الطاقة اللازمة لإضافة شحنة عليه تزداد. إذا استخدم مكثف سعته الكهربائية 1.0 F بوصفه جهازاً لتخزين الطاقة في حاسوب شخصي فمثل بيانياً فرق الجهد V عند شحن المكثف بإضافة شحنة مقدارها 5.0 C إليه. ما مقدار فرق الجهد بين طرفي المكثف؟ إذا كانت المساحة تحت المنحنى تمثل الطاقة المخزنة في المكثف فأوجد هذه الطاقة بوحدة الجول، وتحقق مما إذا كانت تساوي الشحنة الكلية مضروبة في فرق الجهد النهائي. وضح إجابتك.

الجهد:

$$V = \frac{Q}{C} = \frac{5\ C}{1\ F} = 5V$$

الطاقة:

$$E = 0.5 \times 5V \times 5C = 13\ J$$

لا. بيانياً، الشحنة الكلية مضروبة في فرق الجهد النهائي تساوي ضعف المساحة تحت المنحني تماماً. وفيزيائياً هذا يعني أن كل كولوم يحتاج إلى كمية الطاقة القصوى نفسها لتخزينها في المكثف. وفي الواقع تزداد كمية الطاقة اللازمة لإضافة كل شحنة كلما تراكمت الشحنة في المكثف.

---

٧٩. تطبيق المفاهيم يعمل فرن ميكروويف على فرق جهد 120 V، ويمر فيه تيار مقداره 12 A، إذا كانت كفاءته الكهربائية (تحويل AC إلى أشعة ميكروويف) 75%، وكفاءة تحويله أشعة الميكروويف إلى حرارة تستخدم في تسخين الماء أيضاً 75 % فأجب عما يلي:

أ- اشتق معادلة لمعدل الزيادة في درجة الحرارة ($\Delta T/s$) لمادة موضوعة في الميكروويف مستعيناً بالمعادلة $\Delta Q = mC\Delta T$، حيث تمثل ΔQ التغير في الطاقة الحرارية للمادة، وm كتلتها، وC حرارتها النوعية، وΔT التغير في درجة حرارتها.

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{1}{mC}\frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

ب- استخدم المعادلة التي توصلت إليها لإيجاد معدل الارتفاع في درجة الحرارة بوحدة سلسيوس لكل ثانية، وذلك عند استخدام هذا الفرن لتسخين 250 g من الماء إلى درجة حرارة أعلى من درجة حرارة الغرفة.

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{1}{mC} \cdot \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$$= 0.78\,^{\circ}C/s$$

ج- راجع حساباتك جيداً وانتبه إلى الوحدات المستخدمة، وبين ما إذا كانت إجابتك صحيحة.

تختصر وحدة kg ووحدة J، لينتج $^{\circ}C/s$

د- ناقش بصورة عامة الطرائق المختلفة التي يمكنك بها زيادة كفاءة تسخين الميكروويف؟

من المحتمل إيجاد طريقة أخرى مختلفة لتحويل الطاقة الكهربائية إلى إشعاع تكون أكثر فاعلية، ومن المحتمل تحسين عملية تحويل أشعة الميكروويف إلى طاقة حرارية عند استخدام ترددات مختلفة للإشعاع الكهرومغناطيسي.

هـ- ناقش لماذا يجب عدم تشغيل أفران الميكروويف وهي فارغة؟

الفرن الفارغ يعني أن طاقة الميكرويف ستتبدد في الفرن. وهذا قد يؤدي إلى مزيد من السخونة لأجزاء الفرن، ومن ثم تلفها.

٨٠. تطبيق المفاهيم تتراوح أحجام مقاومة مقدارها Ω 10 بين رأس دبوس إلى وعاء حساء. وضح ذلك.

يحدد الحجم الفيزيائي للمقاوم حسب قدرتها. فالمقاومات المقدرة عند 100 W أكبر كثيراً من تلك المقدرة عند 1W.

---

٨١. إنشاء الرسوم البيانية واستخدامها الرسم البياني للصمام الثنائي (الدايود) الموضح في الشكل ١٥-٣ أكثر فائدة من رسم بياني مشابه لمقاوم يحقق قانون أوم. وضح ذلك.

المنحنى البياني فولت-أمبير للمقاوم الذي يحقق قانون أوم عبارة عن خط مستقيم ونادراً ما يكون ضرورياً.

الكتابة في الفيزياء:

٨٢. هناك ثلاث أنواع من المعادلات التي تواجهها في العلوم: (1) التعريفات، (2) القوانين، (3) الاشتقاقات. ومن الأمثلة عليها: (1) الأمبير الواحد يساوي كولوم واحد لكل ثانية. (2) القوة تساوي الكتلة مضروبة في التسارع. (3) القدرة الكهربائية تساوي مربع الجهد مقسوماً على المقاومة. اكتب صفحة واحدة توضح فيها متى تكون العلاقة "المقاومة تساوي الجهد مقسوماً على التيار" صحيحة. قبل أن تبدأ البحث في التصنيفات الثلاثة للمعادلات المعطاة أعلاه.

الأجهزة التي تحقق قانون أوم يتناسب هبوط الجهد فيها طردياً مع التيار المار في الجهاز، وأن الصيغة الرياضية $R = V/I$، وهي تعريف المقاومة، مشتقة من قانون أوم.

---

٨٣. تتمدد المادة عند تسخينها. ابحث في العلاقة بين التمدد الحراري وأسلاك التوصيل المستخدمة لنقل الجهد العالي.

أسلاك نقل القدرة الكهربائية تصبح ساخنة بمقدار كافٍ لكي يتمدد وترتخي عندما يمر فيها تيارات كبيرة. وتصبح هذه الأسلاك المرتخية خطيرة إذا لامست أجساماً أسفل منها، كالأشجار أو خطوط قدرة أخرى.

مراجعة تراكمية:

تبعد شحنة مقدارها $+3.0 \times 10^{-6}\ C$ مسافة $2.0\ m$ عن شحنة أخرى مقدارها $-5.0 \times 10^{-5}\ C$، احسب مقدار القوة المتبادلة بينهما.

$$F = k\frac{q_A q_B}{d^2}$$

$$= 0.41\ N$$

اختبار مقنن:

أسئلة اختيار من متعدد:

اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي:

١. إذا وصل مصباح كهربائي قدرته 100 W بسلك كهربائي فرق الجهد بين طرفيه 120 V فما مقدار التيار المار في المصباح؟

A. 0.8 A　　C. 1.2 A

B. 1 A　　D. 2 A

٢. إذا وصل مقاوم مقداره 5.0 Ω ببطارية جهدها 9.0 V فما مقدار الطاقة الحرارية الناتجة خلال 7.5 min؟

A. 1.2×10^2 J　　C. 3.0×10^3 J

B. 1.3×10^3 J　　D. 7.3×10^3 J

٣. يمر تيار كهربائي مقداره 0.50 A في المصباح اليدوي الموضح أدناه. فإذا كان الجهد عبارة عن مجموع جهود البطاريات المتصلة فما مقدار القدرة الواصلة إلى المصباح؟

A. 0.11 W　　C. 2.3 W

B. 1.1 W　　D. 4.5 W

٤. إذا أضيء المصباح اليدوي الموضح أعلاه مدة 3.0 min فما مقدار الطاقة الكهربائية التي تصل إليه؟

A. 6.9 J　　C. 2.0×10^2 J

B. 14 J　　D. 4.1×10^2 J

٥. يمر تيار مقداره 2.0 A في دائرة تحتوي على محرك مقاومته 12 Ω، ما مقدار الطاقة المحولة إذا تم تشغيل المحرك دقيقة واحدة؟

A. 4.8×10^1 J　　C. 2.9×10^3 J

2.0×10^{1} J .B 1.7×10^{5} j .D

٦. إذا مر تيار مقداره 5.00 mA في مقاومة مقدارها 50.0 Ω في دائرة كهربائية موصولة مع بطارية فما مقدار القدرة الكهربائية المستنفدة في الدائرة؟

1.00×10^{-2}W .A 1.25×10^{-3} W .C

1.00×10^{-3} W .B 2.50×10^{-3} W .D

٧. ما مقدار الطاقة الكهربائية الواصلة إلى مصباح قدرته 60.0 W، إذا تم تشغيله مدة 2.5 h؟

4.2×10^{-2} J .A 1.5×10^{2} J .C

2.4×10^{1} J .B 5.4×10^{5} J .D

الأسئلة الممتدة:

٨. يبين الرسم أدناه دائرة كهربائية بسيطة تحتوي على مولد DC، ومقاوماً. فإذا كان المقاوم في الرسم يمثل مُجفف شعر مقاومته 8.5 Ω فما مقدار التيار المار في الدائرة؟ وما مقدار الطاقة التي يستهلكها مجفف الشعر إذا تم تشغيله 2.5 min؟

I = 14 A

$E = 2.5 \times 10^{5}$ J

الفصل الثامن:

دوائر التوالي والتوازى الكهربائية

الدرس ١-٨ الدوائر الكهربائية البسيطة

صفحة ٢٢٦

مسائل تدريبية:

١. وصلت المقاومات Ω 5 وΩ 15 وΩ 10 في دائرة توال كهربائية ببطارية جهدها V 90.
ما مقدار المقاومة المكافئة للدائرة؟ وما مقدار التيار المار بها؟

$$R = R_1+R_2+R_3 = 30\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 3\ A$$

٢. وصلت بطارية جهدها 9 V بثلاثة مقاومات موصولة على التوالي في دائرة كهربائية.
إذا زاد مقدار أحد المقاومات فأجب عما يلي:

أ- كيف تتغير المقاومة المكافئة؟

ستزداد.

ب- ماذا يحدث للتيار؟

سيقل.

ج- هل يكون هناك أي تغير في جهد البطارية؟

لا، لا تعتمد على المقاومة.

---

٣. وصل طرفا سلك بعشرة مصابيح ذات مقاومات متساوية متصلة على التوالي بمصدر جهد مقداره 120 V، فإذا كان التيار المار في المصابيح 0.06 A فاحسب مقدار:

أ- المقاومة المكافئة للدائرة.

$$R = \frac{V}{I}$$

$$= 2\times10^{3}\ \Omega$$

ب- مقاومة كل مصباح.

$$R_{bulb} = R/10 = 2\times10^{2}\ \Omega$$

---

٤. احسب الهبوط في الجهد خلال المقاومات الثلاثة الواردة في المسألة ١، ثم تحقق أن مجموع الهبوط في الجهد عبر المصابيح الثلاثة يساوي جهد البطارية.

$$V_1 = 30\ V$$

$V_2 = 45\ V$

$V_3 = 15\ V$

$V_1+V_2+V_3 = 90\ V$

وهو يساوي جهد البطارية.

صفحة ٢٢٩

مسائل تدريبية:

٥. إذا أظهرت الدائرة الموضحة في المثال ١ النتائج التالية: قراءة الأميتر 0 A، وقراءة VA تساوي 0 V، وقراءة VB تساوي 45 V، فما الذي حدث؟

فصل المقاوم R_B.

---

٦. افترض أن قيم عناصر الدائرة الكهربائية الموضحة في المثال ١ هي: RA = 255 Ω و RB = 292 Ω و VA = 17.0 V، وليس هناك أي معلومات أخرى، فأجب عما يلي:

أ- ما مقدار التيار الكهربائي المار في الدائرة؟

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 66.7\ mA$$

ب- ما مقدار جهد البطارية؟

$$R = R_A+R_B = 547\ \Omega$$

$$V = IR = 36.5\ V$$

ج- ما مقدار القدرة الكهربائية الكلية المستنفدة؟ وما مقدار القدرة المستنفدة في كل مقاوم؟

$P = IV = 2.43\ W,$

$P_A = I^2R_A = 1.13\ W,$

$P_B = I^2R_B = 1.3\ W$

د- هل مجموع القدرة المستنفدة في كل مقاوم يساوي القدرة الكلية المستنفدة في الدائرة؟ وضح ذلك.

نعم، القدرة الكلية المستنفدة في الدائرة تساوي مجموع القدرة المستنفدة في كل المقاومات.

---

٧. توصل مصابيح أسلاك الزينة غالباً على التوالي، وضح لماذا تستخدم مصابيح خاصة تشكل دائرة قصر عندما يحترق فتيلها إذا ازداد المصباح ليصل إلى جهد الخط؟ ولماذا تحترق المنصهرات الكهربائية الخاصة بمجموعات المصابيح تلك بعد احتراق عدد من هذه المصابيح؟

إذا لم تكن آلية تكوين دائرة القصر موجودة فأنه عند إحتراق أحد المصابيح ستتوقف سائر المصابيح عن العمل. بعد إحتراق أكثر من مصباح ستقل المقاومة الكلية ومن ثم يزداد التيار بدرجة كافية لصهر فتيل المنصهر الكهربائي.

---

٨. تتكون دائرة توال كهربائية من بطارية جهدها 12.0 V وثلاثة مقاومات. فإذا كان جهد أحد المقاومات 1.21 V، وجهد مقاوم ثانٍ 3.33 V، فما مقدار جهد المقاوم الثالث؟

$V_{source} = V_A+V_B+V_C$

$V_C = V_{source} - (V_A+V_B) = 7.46\ V$

---

٩. وصل المقاومان 22 Ω و 33 Ω في دائرة توال كهربائية بفرق جهد مقداره 120 V.

احسب مقدار:

أ- المقاومة المكافئة للدائرة.

$R = R_1+R_2 = 55\ \Omega$

ب- التيار المار في الدائرة.

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 2.2\ A$$

ج- الهبوط في الجهد عبر كل مقاوم.

$$V_1 = IR_1 = 48\ V\ ,$$

$$V_2 = IR_2 = 72\ V$$

د- الهبوط في الجهد عبر المقاومين معاً.

$$V = V_1+V_2 = 1.2\times10^2\ V$$

---

١٠. قام طالب بعمل مجزئ جهد يتكون من بطارية جهدها 45 V ومقاومتين قيمتاهما: 475 kΩ و235 kΩ. فإذا قيس الجهد الناتج عبر المقاوم الأصغر فما مقدار هذا الجهد؟

$$V_B = \frac{VR_B}{R_A+R_B}$$

$$= 15\ V$$

---

١١. ما مقدار المقاوم الذي يمكن استخدامه عنصراً في دائرة مجزئ جهد مع مقاوم آخر مقداره 1.2 kΩ، بحيث يكون الهبوط في الجهد عبر المقاوم 1.2 kΩ يساوي 2.2 V عندما يكون جهد المصدر 12 V؟

$$V_B = \frac{VR_B}{R_A+R_B}$$

$$R_A = \frac{VR_B}{V_B} - R_B$$

$$= 5.3\ k\Omega$$

صفحة ٢٣٣

مسائل تدريبية:

١٢. وصلت ثلاث مقاومات مقدارها 120.0 Ω و60.0 Ω و40 Ω على التوازي مع بطارية جهدها 12.0 V، احسب مقدار:

أ- المقاومة المكافئة لدائرة التوازي.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R = 20\ \Omega$$

ب- التيار الكهربائي الكلي المار في الدائرة.

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 0.600\ A$$

ج- التيار المار في كل مقاوم.

$$I_3 = 0.300\ A\ ,\ I_2 = 0.200\ A\ ,\ I_1 = 0.100\ A$$

---

١٣. إذا أردنا تغيير فرع في دائرة كهربائية من 150 Ω إلى 93 Ω فإنه يجب إضافة مقاوم إلى هذا الفرع. ما مقدار المقاوم الذي يجب إضافته؟ وكيف يتم توصيله؟

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B}$$

$$\frac{1}{R_A} = \frac{1}{R} - \frac{1}{R_B}$$

$$R_A = 2.4\times10^2\ \Omega$$

على التوازي مع المقاومة التي مقدارها 150 Ω.

---

١٤. وصل مقاوم مقداره 12 Ω وقدرته 2 W على التوازي بمقاوم آخر مقداره 6.0 Ω وقدرته 4 W. أيهما يسخن أكثر إذا زاد فرق الجهد بين طرفيهما باستمرار؟

لا هذه ولا تلك، وستصل كل منهما الى القيمة العظمى لاستهلاك الطاقة عند الجهد نفسه.

١-٨ مراجعة:

١٥. أنواع الدوائر الكهربائية قارن بين الجهود والتيارات في دوائر التوالي ودوائر التوازي الكهربائية.

١) في دوائر التوالي تكون التيارات المارة في كل جهاز متساوية، ويكون مجموع الهبوط في الجهد مساوياً لجهد المصدر.

٢) في دوائر التوازي يكون الهبوط في الجهد عبر كل جهاز هو نفسه، ويكون مجموع التيارات المارة في الحلقات جميعها مساوياً لتيار المصدر.

---

١٦. التيار الكلي دائرة تواز فيها أربعة أفرع للتيار، وقيم التيارات في تلك الفروع: 120 mA و250 mA و380 mA و2.1 A، ما مقدار التيار الذي يولده المصدر؟

$I_T = I_1+I_2+I_3+I_4 = 2.9\ A$

---

١٧. التيار الكلي تحتوي دائرة توال على أربعة مقاومات. إذا كان التيار المار في أحد المقاومات يساوي 810 mA فاحسب مقدار التيار الذي يولده المصدر.

810 mA.

١٨. التفكير الناقد تحتوي الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل ٨-٨ على أربعة مقاومات متماثلة. افترض أن سلكاً استخدم لوصل النقطتين A وB، وأجب عن الأسئلة التالية مع توضيح السبب:

أ- ما مقدار التيار المار في السلك؟

0 A

جهد النقطة A يساوي جهد النقطة B.

ب- ماذا يحدث للتيار المار في كل مقاوم؟

لا شيء.

ج- ماذا يحدث للتيار الخارج من البطارية؟

لا شيء.

د- ماذا يحدث لفرق الجهد بين طرفي كل مقاوم؟

لا شيء.

٨-٢ تطبيقات الدوائر الكهربائية:

صفحة ٢٣٦

مسألة تحفيز:

الجلفانومتر جهاز يستخدم لقياس التيارات الكهربائية وفروق الجهد الصغيرة جداً. وعندما تكون قراءة الجلفانومتر الموضح في الدائرة المجاورة صفراً نقول إن الدائرة متزنة.

١. يقول زميلك في المختبر إن الطريقة الوحيدة لجعل الدائرة متزنة هي جعل جميع المقاومات متساوية. فهل هذا يجعل الدائرة متزنة؟ وهل هناك أكثر من طريقة لجعل الدائرة متزنة؟ وضح إجابتك.

نعم، جعل جميع المقاومات متساوية يجعل الدائرة متزنة، ويمكن أيضاً جعل الدائرة متزنة عن طريق تعديل قيم المقاومات بحيث تكون $R3/R2 = R5/R4$ ، مثلاً $R3=22.5\ \Omega$, $R4=40\ \Omega$, $R5=45\ \Omega$, $R2=20\ \Omega$

---

٢. اشتق معادلة عامة لدائرة متزنة مستخدماً التسميات المعطاة.

تنبيه: تعامل على الدائرة على أنها مجزئ جهد.

$$\frac{R_3}{R_2} = \frac{R_5}{R_4}$$

---

٣. أي المقاومات يمكن أن نضع مكانه مقاوماً متغيراً لكي يستخدم أداة في ضبط الدائرة وموازنتها؟

أي مقاوم ما عدا R_1.

---

٤. أي المقاومات يمكن أن نضع مكانه مقاوماً متغيراً لكي يستخدم أداة تحكم وضبط حساسة؟ ولماذا يكون ذلك ضرورياً؟ وكيف يمكن استخدامه عملياً؟

R_1، يمكن أن يتلف الجلفانومتر إذا مر فيه تيار كبير، لذا إذا كانت R_1 قابلة للتعديل والضبط وجب جعل قيمتها كبيرة قبل تشغيل الدائرة، وهذا من شأنه أن يحد من قيمة التيار المار في الجلفانومتر. عند تعديل المقاوم الموازن (الضابط) ومع اقتراب قراءة الجلفانومتر من الصفر تزداد الحساسية بنقصان مقدار المقاومة R_1.

صفحة ٢٣٨

مسائل تدريبية:

١٩. تحتوي دائرة كهربائية مركبة على ثلاثة مقاومات. يستنفد المقاوم الأول قدرة مقدارها 2.0 W، ويستنفد الثاني قدرة مقدارها 3.0 W، ويستنفد الثالث قدرة مقدارها 1.5 W. ما مقدار التيار الذي تسحبه الدائرة من بطارية جهدها 12.0 V؟

$$P_T = P_1+P_2+P_3 = 6.5\ W$$

$$P_T = IV$$

$$I = \frac{P_T}{V}$$

$$= 0.54\ A$$

---

٢٠. يتصل ١١ مصباحاً كهربائياً معاً على التوالي، وتتصل المجموعة على التوالي بمصباحين كهربائيين يتصلان على التوازي. فإذا كانت المصابيح جميعها متماثلة، فأيهما يكون سطوعه أكبر؟

المصابيح الـ (١١) الموصلة على التوالي.

---

٢١. ماذا يحدث للدائرة الموصوفة في المسألة السابقة، إذا احترق أحد المصباحين المتصلين على التوازي؟

عندئذ تصبح جميع المصابيح العاملة موصلة على التوالي، ويتوهج الـ (١٢) مصباحاً بالشدة نفسها.

---

٢٢. ماذا يحدث للدائرة الموصوفة في المسألة ٢٠ إذا حدث دائرة قصر لأحد المصباحين المتصلين على التوازي؟

سيجعل المصباح الذي حدث فيه دائرة قصر فرق الجهد خلاله وخلال المصباح المتصل معه على التوازي صفراً. أما المصابيح الـ (١١) المتصلة على التوالي فستتساوى في شدة توهجها ولكنه يزداد مقارنة بوضعها السابق، أما المصباحان المتوازيان فلن يضيئا.

صفحة ٢٣٩

٢-٨ مراجعة:

ارجع إلى الشكل ١٣-٨ للإجابة عن الأسئلة ٢٨-٢٣، افترض أن جميع المصابيح في الدائرة الكهربائية متماثلة.

٢٣. السطوع قارن بين سطوع المصابيح.

المصباحان ٢ و ٣ متساويان في سطوعهما، ولكنها أقل من سطوع المصباح ١.

---

٢٤. التيار إذا كان $I1 = 1.1\ A$ و $I3 = 1.7\ A$ فما مقدار التيار المار في المصباح ٢؟

$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$I_2 = I_3 - I_1 = 0.6\ A$$

---

٢٥. دوائر التوالي الكهربائية إذا فصل السلك عند النقطة C، ووصل مقاوم صغير على التوالي بالمصباحين ٢ و٣ فماذا يحدث لسطوع كل منهما؟

تخفت إضاءتهما بالتساوي، ويقل التيار في كل منهما بالمقدار نفسه.

---

٢٦. جهد البطارية عند وصل فولتمتر بين طرفي المصباح ٢ كانت قراءته $3.8\ V$، وعند وصل فولتمتر آخر بين طرفي المصباح ٣ كانت قراءته $4.2\ V$. ما مقدار جهد البطارية؟

$$V_T = V_1 + V_2 = 8\ V$$

---

٢٧. الدوائر الكهربائية بالرجوع إلى المعلومات الواردة في السؤال السابق، هل المصباحان ٢ و٣ متماثلان؟

لا، في المصابيح المتماثلة الموصلة على التوالي سيكون الهبوط في الجهد عبرها متساوياً، لأن التيارات المارة فيها متساوية.

---

٢٨. التفكير الناقد هل هناك طريقة لجعل المصابيح الثلاثة في الشكل تضيء بالشدة نفسها دون استخدام أي مقاومات إضافية؟ وضح إجابتك.

نعم، لأن شدة الإضاءة تتناسب طردياً مع القدرة فسيكون من الضروري استخدام مصباح في الموقع ١ مقاومته تساوي أربعة أضعاف مقاومتي المصباحين الموجودين في الموقعين ٢ و ٣ وهما مضاءين.

$$\frac{V^2}{4R} = \frac{(V/2)^2}{R}$$

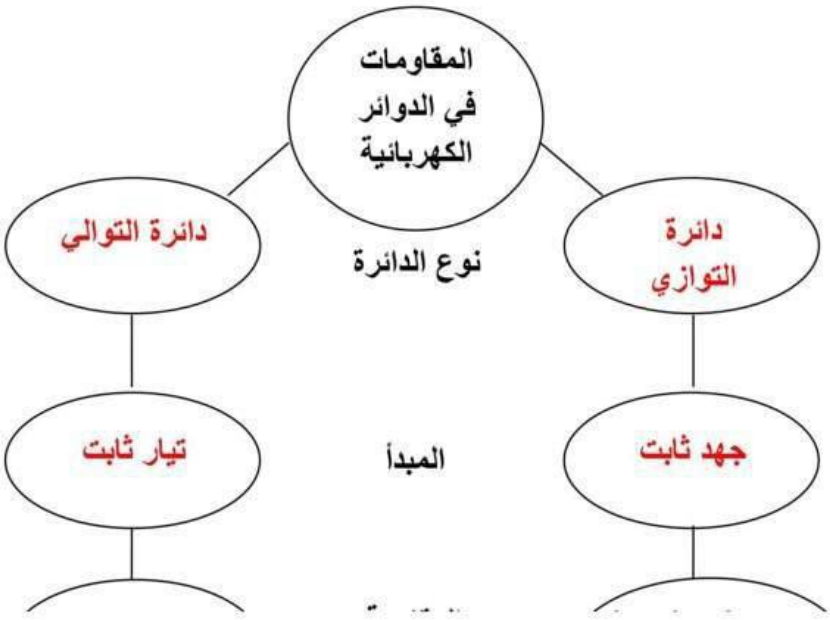
الفصل٨: التقويم:

خريطة المفاهيم

٢٩. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: دائرة التوالي، $R = R_1 + R_2 + R_3$، تيار ثابت، دائرة التوازي، جهد ثابت.

المقاومات في الدوائر الكهربائية

نوع الدائرة ـ المبدأ ـ المقاومة ـ ... + $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B}$



إتقان المفاهيم:

٣٠. ماذا يحدث استياء عندما يحترق فتيل أحد المصابيح الموصولة على التوالي في سلك الإضاءة المستخدم في المناسبات الاحتفالية؟

عندما يحترق أحد المصابيح تفتح الدائرة فتنطفئ المصابيح الأخرى.

---

٣١. لماذا تقل المقاومة المكافئة في دائرة التوازي كلما أضيف المزيد من المقاومات؟

سيوفر كل مقاوم إضافي مساراً إضافيا للتيار.

---

٣٢. إذا وصلت مجموعة مقاومات مختلفة في قيمها على التوازي، فكيف تقارن قيمة كل منها بالمقاومة المكافئة للمجموعة؟

تكون المقاومة المكافئة أقل من قيمة أي مقاوم.

---

٣٣. لماذا تكون تمديدات أسلاك الكهرباء في المنازل على التوازي، وليس على التوالي؟

تعمل الأجهزة الموصولة على التوازي كل منها على حدة دون أن يؤثر بعضها في بعض.

---

٣٤. قارن بين مقدار التيار الداخل إلى نقطة تفرع في دائرة تواز ومقدار التيار الخارج منها (نقطة التفرع: نقطة تتصل بها ثلاثة موصلات أو أكثر).

مجموع التيارات الداخلة إلى نقطة التفرع يساوي مجموع التيارات الخارجة منها.

٣٥. وضح كيف يعمل منصهر كهربائي على حماية دائرة كهربائية ما؟

وظيفة المنصهر هي حماية الأجهزة والأسلاك الكهربائية من مرور تيار كهربائي كبير فيها يسبب الحرائق نتيجة التسخين الزائد.

---

٣٦. ما المقصود بدائرة القصر؟ ولماذا تكون خطيرة؟

دائرة القصر هي الدائرة ذات المقاومة القليلة جداً. ودائرة القصر خطيرة جداً إذا طبق عليها أي فرق جهد، لأنها تسبب تدفق تيار كهربائي كبير، والأثر الحراري للتيار يمكنه أن يسبب حريقاً.

---

٣٧. لماذا يصمم الأميتر بحيث تكون مقاومته صغيرة جداً؟

يجب أن تكون مقاومة الأميتر صغيرة جداً، لأنه يوصل على التوالي في الدائرة الكهربائية، فإذا كانت مقاومته كبيرة فستتغير مقاومة الدائرة بشكل واضح.

---

٣٨. لماذا يصمم الفولتمتر بحيث تكون مقاومته كبيرة جداً؟

يجب أن تكون مقاومة الفولتمتر كبيرة جداً للسبب نفسه الذي يجعل مقاومة الأميتر صغيرة، فإذا كانت مقاومة الفولتمتر صغيرة فأنه يقلل مقاومة الجزء المتصل معه من الدائرة، مما يزيد التيار في الدائرة، وهذا يسبب هبوطاً أكبر في الجهد خلال الجزء المتصل معه الفولتميتر في الدائرة، مما يغير الجهد المقاس.

---

٣٩. كيف تختلف طريقة توصيل الأميتر في دائرة كهربائية عن طريق توصيل الفولتمتر في الدائرة نفسها؟

يوصل الأميتر على التوالي، أما الفولتميتر فيوصل على التوازي.

تطبيق المفاهيم:

٤٠. تحتوي دائرة كهربائية على ثلاثة مصابيح كهربائية موصولة على التوالي. ماذا يحدث للتيار المار في مصباحين من هذه المصابيح إذا احترق فتيل المصباح الثالث؟

إذا احترقت فتيلة أحد المصابيح فأن التيار يتوقف وستنطفئ المصابيح الأخرى.

---

٤١. افترض أن المقاوم RA في مجزئ الجهد الموضح في الشكل ٤-٨ صمم ليكون مقاوماً متغيراً، فماذا يحدث للجهد الناتج VB في مجزئ الجهد إذا زاد مقدار المقاوم المتغير؟

$V_B = VR_B/(R_A+R_B)$

لذا عندما تزداد RA تقل VB.

---

٤٢. تحتوي الدائرة A على ثلاثة مقاومات مقدار كل منها 60 Ω موصولة على التوالي، أما الدائرة B فتحتوي على ثلاثة مقاومات مقدار كل منها 60 Ω موصولة على التوازي. كيف يتغير التيار المار في المقاوم الثاني في كل دائرة منهما إذا قطع مفتاح كهربائي التيار عن المقاوم الأول؟

في الدائرة A لن يمر تيار في المقاوم. أما في الدائرة B فسيبقى التيار في المقاوم كما هو.

---

٤٣. تحتوي دائرة كهربائية على ثلاثة مصابيح كهربائية موصولة على التوازي. ماذا يحدث للتيار المار في مصباحين من هذه المصابيح إذا احترق فتيل المصباح الثالث؟

إذا احترقت فتيلة أحد المصابيح فإن المقاومة وفرق الجهد خلال المصابيح الأخرى لا تتغير، لذا تبقي تيارات المصابيح الأخرى كما هي.

---

٤٤. إذا توافر لديك بطارية جهدها 6 V وعدد من المصابيح جهد كل منها 1.5 V، فكيف تصل المصابيح بحيث تضيء، على ألا يزيد فرق الجهد بين طرفي كل منها على 1.5 V؟

صل أربعة من المصابيح على التوالي.

---

٤٥. مصباحان كهربائيان مقاومة أحدهما أكبر من مقاومة الآخر. أجب عما يلي:

أ- إذا وصل المصباحان على التوازي فأيهما يكون سطوعه أكبر (أي أيهما يستنفد قدرة أكبر)؟

المصباح ذو المقاومة الأقل.

ب- إذا وصل المصباحان على التوالي فأيهما يكون سطوعه أكبر؟

المصباح ذو المقاومة الأكبر.

---

٤٦. اكتب نوع الدائرة المستخدمة (توال أم توازٍ) فيما يلي:

أ- التيار متساو في جميع أجزاء الدائرة الكهربائية.

على التوالي.

ب- المقاومة المكافئة تساوي مجموع المقاومات المفردة.

على التوالي.

ج- الهبوط في الجهد عبر كل مقاوم في الدائرة الكهربائية متساو.

على التوازي.

د- الهبوط في الجهد في الدائرة الكهربائية يتناسب طردياً مع المقاومة.

على التوالي.

ه- إضافة مقاوم إلى الدائرة يقلل المقاومة المكافئة.

على التوازي.

و- إضافة مقاوم إلى الدائرة يزيد المقاومة المكافئة.

على التوالي.

ز- إذا أصبح مقدار التيار المار في أحد مقاومات دائرة كهربائية صفراً، ولم يمر تيار في جميع المقاومات الأخرى الموجودة في الدائرة.

على التوالي.

ح- إذا أصبح مقدار التيار المار في أحد مقاومات دائرة كهربائية صفراً، ولم تتغير مقادير التيارات الكهربائية المارة في جميع المقاومات الأخرى الموجودة في الدائرة.

على التوازي.

ط- هذا النوع من التوصيل مناسب لتمديدات الأسلاك في المنزل.

على التوازي.

---

٤٧. منصهرات المنزل لماذا يكون خطيراً استعمال منصهر 30 A بدلاً من المنصهر 15 A المستخدم في حماية دائرة المنزل؟

يسمح المنصهر 30 A بمرور تيار أكبر في الدائرة، فتتولد حرارة أكبر في الأسلاك، مما يجعل ذلك خطيراً.

إتقان حل المسائل:

٨-١ الدوائر الكهربائية البسيطة:

٤٨. احسب المقاومة المكافئة للمقاومات التالية: 680 Ω و 1.0 kΩ و 10 kΩ إذا وصلت على التوالي.

R = 12 kΩ

٤٩. احسب المقاومة المكافئة للمقاومات التالية: 680 Ω و1.0 kΩ و10 kΩ إذا وصلت على التوازي.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R = 0.40\ k\Omega$$

---

٥٠. إذا كانت قراءة الأميتر ١ الموضح في الشكل ١٤-٨ تساوي 0.20 A، فما مقدار:

أ- قراءة الأميتر ٢؟

0.2 A

ب- قراءة الأميتر ٣؟

0.2 A

---

٥١. إذا احتوت دائرة توال على هبوطين في الجهد 5.50 V و6.90 V فما مقدار جهد المصدر؟

$$V = 12.4\ V$$

---

٥٢. يمر تياران في دائرة تواز، فإذا كان تيار الفرع الأول 3.45 A وتيار الفرع الثاني 1.00 A فما مقدار التيار المار في مصدر الجهد؟

$$I = 4.45\ A$$

---

٥٣. إذا كانت قراءة الأميتر ١ في الشكل ١٤-٨ تساوي **0.20 A** فما مقدار:

أ- المقاومة المكافئة للدائرة؟

$$R = R_1 + R_2 = 37\ \Omega$$

ب- جهد البطارية؟

$$V = IR = 7.4\ V$$

ج- القدرة المستنفدة في المقاوم 22 Ω؟

$$P = I^2R = 0.88\ W$$

د- القدرة الناتجة من البطارية؟

$$P = IV = 1.5\ W$$

---

٥٤. إذا كانت قراءة الأميتر ٢ الموضح في الشكل ١٤-٨ تساوي **0.50 A** فاحسب مقدار:

أ- فرق الجهد بين طرفي المقاوم 22 Ω؟

$$V = IR = 11\ V$$

ب- فرق الجهد بين طرفي المقاوم 15 Ω؟

$$V = IR = 7.5\ V$$

ج- جهد البطارية؟

$$V = V_1 + V_2 = 19\ V$$

---

٥٥. وصل مصباحان مقاومة الأول 22 Ω ومقاومة الثاني 4.5 Ω على التوالي بمصدر فرق جهد مقداره 45 V، كما هو موضح في الشكل ١٥-٨. احسب مقدار:

أ- المقاومة المكافئة للدائرة.

$26\ \Omega$

ب- التيار المار في الدائرة.

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 1.7\ A$$

ج- الهبوط في الجهد في كل مصباح.

$$V = IR = 7.7\ V\ ,$$

$$V + IR = 37\ V$$

د- القدرة المستهلكة في كل مصباح.

$$P = IV = 13\ W\ ,$$

$$P = IV = 63\ W$$

---

٥٦. إذا كانت قراءة الفولتمتر الموضح في الشكل ١٦-٨ تساوي 70.0 V فأجب عن الأسئلة التالية:

أ- ما مقدار قراءة الأميتر؟

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 2\ A$$

ب- أي المقاومات أسخن؟

$50\ \Omega$

ج- أي المقاومات أبرد؟

15 Ω

د- ما مقدار القدرة المزودة بواسطة البطارية؟

$$R = R_1+R_2+R_3 = 0.1\ k\Omega$$

$$P = I^2R = 4\times10^2\ W$$

---

٥٧. إذا كان جهد البطارية الموضحة في الشكل ١٧-٨ يساوي 110 V، فأجب عن الأسئلة التالية:

أ- ما مقدار قراءة الأميتر ١؟

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R = 5.88\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 19\ A$$

ب- ما مقدار قراءة الأميتر ٢؟

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 5.5\ A$$

ج- ما مقدار قراءة الأميتر ٣؟

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 2.2\ A$$

د- ما مقدار قراءة الأميتر ٤؟

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 11\ A$$

ه- أي المقاومات أسخن؟

$10\ \Omega$

و- أي المقاومات أبرد؟

$50\ \Omega$

---

٥٨. إذا كانت قراءة الأميتر ٣ الموضح في الشكل ١٧-٨ تساوي **0.40 A** فما مقدار:

أ- جهد البطارية؟

$$V = IR = 2 \times 10\ V$$

ب- قراءة الأميتر ١؟

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R = 5.88\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 3.4\ A$$

ج- قراءة الأميتر ٢؟

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 1\ A$$

د- قراءة الأميتر ٤؟

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 2\ A$$

---

٥٩. ما اتجاه التيار الاصطلاحي المار في المقاوم 50.0 Ω الموضح في الشكل ١٧-٨؟

إلى أسفل.

---

٦٠. إذا كان الحمل الموصول بطرفي بطارية يتكون من مقاومين 15 Ω و47 Ω موصولين على التوالي فما مقدار:

أ- المقاومة الكلية للحمل؟

$$R = R_1 + R_2 = 62\ \Omega$$

ب- جهد البطارية إذا كان مقدار التيار المار في الدائرة 97 mA؟

$$V = IR = 6\ V$$

---

٦١. أنوار الاحتفالات يتكون أحد اسلاك الزينة من 18 مصباحاً صغيراً متماثلاً، موصولة على التوالي بمصدر جهد مقداره 120 V. فإذا كان السلك يستنفد قدرة مقدارها 64 W، فما مقدار:

أ- المقاومة المكافئة لسلك المصابيح؟

$$P = \frac{V^2}{R_{eq}}$$

$$R_{eq} = \frac{V^2}{P}$$

$$= 0.23\ k\Omega$$

ب- مقاومة كل مصباح؟

$$\frac{0.23\times10^{3}}{18} = 13\ \Omega$$

ج- القدرة المستنفدة في كل مصباح؟

$$\frac{64}{18} = 3.6\ W$$

---

٦٢. إذا احترق فتيل أحد المصابيح في المسألة السابقة، وحدث فيه دائرة قصر، بحيث أصبحت مقاومته صفراً فأجب عما يلي:

أ- ما مقدار مقاومة السلك في هذه الحالة؟

$$2.2\times10^{2}\ \Omega$$

ب- احسب القدرة المستنفدة في السلك.

$$P = \frac{V^{2}}{R} = 65\ W$$

ج- هل زادت القدرة المستنفدة أم نقصت بعد احتراق المصباح؟

تزداد.

---

٦٣. وصل مقاومات $16.0\ \Omega$ و$20.0\ \Omega$، على التوازي بمصدر جهد مقداره $40.0\ V$، احسب مقدار:

أ- المقاومة المكافئة لدائرة التوازي.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R = 8.89\ \Omega$$

ب- التيار الكلي المار في الدائرة.

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 4.5\ A$$

ج- التيار المار في المقاوم 16.0 Ω.

$$I_1 = \frac{V}{R_1}$$

$$= 2.5\ A$$

---

٦٤. صمم فيصل مجزئ جهد باستخدام بطارية جهدها 12 V ومقاومين. فإذا كان مقدار المقاوم R_B يساوي 82 Ω، فكم يجب أن يكون مقدار المقاوم R_A حتى يكون الجهد الناتج عبر المقاوم R_B يساوي 4.0 V؟

$$V_B = \frac{VR_B}{R_A+R_B}$$

$$R_A = \frac{VR_B}{V_B} - R_B$$

$$= 1.6\times10^2\ \Omega$$

---

٦٥. التلفاز يستهلك تلفاز قدرة تساوي 275 W عند وصله بقابس 120 V، فأجب عما يلي:

أ- احسب مقاومة التلفاز.

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$R = \frac{V^2}{P}$$

$$= 52\ \Omega$$

ب- إذا شكّل التلفاز وأسلاك توصيل مقاومتها 2.5 Ω ومنصهر كهربائي دائرة توال تعمل بوصفها مجزئ جهد، فاحسب الهبوط في الجهد عبر التلفاز.

$$V_A = \frac{VR_A}{R_A+R_B}$$

$$= 110\ V$$

ج- إذا وصل مجفف شعر مقاومته 12 Ω بالقابس نفسه الذي يتصل به التلفاز، فاحسب المقاومة المكافئة للجهازين.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B}$$

$$R = 9.8\ \Omega$$

د- احسب الهبوط في الجهد عبر كل من التلفاز، ومجفف الشعر.

$$V_1 = \frac{VR_A}{R_A+R_B}$$

$$= 96\ V$$

٨-٢ تطبيقات الدوائر الكهربائية:

أرجع إلى الشكل ٨-١٨ للإجابة عن الأسئلة ٦٩-٦٦:

٦٦. إذا كان مقدار كل مقاوم من المقاومات الموضحة في الشكل يساوي 30 Ω فاحسب المقاومة المكافئة.

$$R = 45\ \Omega$$

---

٦٧. إذا كان كل مقاوم يستنفد 120 mW، فاحسب القدرة الكلية المستنفدة.

$$P = 360\ mW$$

---

٦٨. إذا كان $IA = 13\ mA$ و$IB = 1.7\ mA$ فما قدار IC؟

$$IC = IA - IB = 11\ mA$$

---

٦٩. بافتراض أن $IC = 1.7mA$ و$IB = 13mA$، فما مقدار IA؟

$$IA = IB + IC = 15\ mA$$

---

٧٠. بالرجوع إلى الشكل ١٩-٨ أجب عما يلي:

أ- ما مقدار المقاومة المكافئة؟

$$R_1 = R_2 = R = 50\ \Omega$$

ب- احسب مقدار التيار المار في المقاوم $25\ \Omega$؟

$$I = \frac{V}{R_{Total}}$$

$$= 0.5\ A$$

ج- أي المقاومات يكون أسخن، وأيهما يكون أبرد؟

المقاوم $25\ \Omega$ هو الأسخن، والمقاوم $10\ \Omega$ هو الأبرد.

---

٧١. تتكون دائرة كهربائية من ستة مصابيح ومدفأة كهربائية موصولة جميعها على التوازي. فإذا كانت قدرة كل مصباح $60\ W$ ومقاومته $240\ \Omega$، ومقاومة المدفأة $10.0\ \Omega$، وفرق الجهد في الدائرة $120\ V$ فاحسب مقدار التيار المار في الدائرة في الحالات التالية:

أ- أربعة مصابيح فقط مضاءة.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$R = 0.06\ k\Omega$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 2\ A$$

ب- جميع المصابيح مضاءة.

$$\frac{1}{R} = \frac{6}{240}$$

$$R = 0.04\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 3\ A$$

ج- المصابيح الستة والمدفأة جميعها تعمل.

$$R = 8\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R}$$

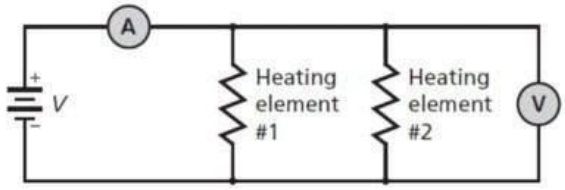
$$= 15\ A$$

---

٧٢. إذا احتوت الدائرة الكهربائية في المسألة السابقة على منصهر كهربائي كُتب عليه 12 A فهل ينصهر هذا المنصهر إذا شُغلت المصابيح الستة والمدفأة؟

نعم، التيار 15 A سيصهر المنصهر 12 A.

٧٣. إذا زودت خلال اختبار عملي بالأدوات التالية: بطارية جهدها V، وعنصري تسخين مقاومتهما صغيرة يمكن وضعهما داخل ماء، وأميتر ذي مقاومة صغيرة جداً، وفولتمتر مقاومته كبيرة جداً، وأسلاك توصيل مقاومتهما مهملة، ودورق معزول جيداً سعته الحرارية مهملة، و0.10 kg ماء درجة حرارته 25 °C. وضح بالرسم والرموز كيفية وصل هذه الأدوات معاً لتسخين الماء في أسرع وقت ممكن.



٧٤. إذا ثبتت قراءة الفولتمتر المستعمل في المسألة السابقة عند 45 V، وقراءة الأميتر 5.0 A فاحسب الزمن (بالثواني) اللازم لتبخير الماء الموجود في الدورق. (استخدم الحرارة النوعية للماء 4.2 kJ/kg.°C، والحرارة الكامنة لتبخره 2.3 × 106 J/kg)

$\Delta Q = 2.6\times10^{2}$ kJ

$P = IV = 0.23$ kJ/s

$t = \Delta Q/P = 1.1\times10^{3}$ s

٧٥. دائرة كهربائية منزلية يوضح الشكل ٢٠-٨ دائرة كهربائية منزلية، حيث مقاومة كل سلك من السلكين الواصلين إلى مصباح الطبخ 0.25 Ω، ومقاومة المصباح 0.24 kΩ.

على الرغم من أن الدائرة هي دائرة تواز إلا أن مقاومة الأسلاك تتصل على التوالي بجميع عناصر الدائرة. أجب عما يلي:

أ- احسب المقاومة المكافئة للدائرة المتكونة من المصباح وخطي النقل من المصباح وإليه.

$$R = 0.24\ k\Omega$$

ب- أوجد التيار المار في المصباح.

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 0.5\ A$$

ج- أوجد القدرة المستنفدة في المصباح.

$$P = VI = 6 \times 10\ W$$

مراجعة عامة:

٧٦. إذا وجد هبوطان في الجهد في دائرة توال كهربائية مقدارهما: 3.50 V و4.90 V فما مقدار جهد المصدر؟

$$V = 8.4\ V$$

---

٧٧. تحتوي دائرة كهربائية مركبة على ثلاثة مقاومات. فإذا كانت القدرة المستنفدة في المقاومات: 5.50 W و6.90 W و1.05 W على الترتيب فما مقدار قدرة المصدر الذي يُغذي الدائرة؟

$$P = 13.45\ W$$

---

٧٨. وصلت ثلاثة مقاومات مقدار كل منها 150 Ω على التوالي. فإذا كانت قدرة كل مقاوم 5 W، فاحسب القيمة العظمى للقدرة الآمنة التي يمكن الحصول عليها.

$P = 15\ W$

---

٧٩. وصلت ثلاثة مقاومات مقدار كل منها 92 Ω على التوازي. فإذا كانت قدرة كل منها 5 W، فاحسب القيمة العظمى للقدرة الآمنة التي يمكن الحصول عليها.

$P = 15\ W$

---

٨٠. احسب القيمة العظمى للجهد الآمن الذي يمكن تطبيقه على المقاومات الثلاثة الموصولة على التوالي، والموضحة في الشكل ٢١-٨، إذا كانت قدرة كل منها 5.0 W.

$P = I^2R$

$I = 0.151\ A$

$R_{Total} = 462\ \Omega$

$V = IR = 7\times10\ V$

---

٨١. احسب القيمة العظمى للقدرة الآمنة في الدائرة الموضحة في المسألة السابقة.

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$= 11\ W$

---

٨٢. احسب القيمة العظمى للجهد الآمن الذي يمكن تطبيقه على المقاومات الثلاثة الموصولة على التوازي، والموضحة في الشكل ٢٢-٨، إذا كانت قدرة كل منها 5.0 W.

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$V = 21\ V$$

التفكير الناقد:

٨٣. تطبيق الرياضيات اشتق علاقة لحساب المقاومة المكافئة في كل من الحالات التالية:

أ- مقاومان مقدارهما متساويان موصولان معاً على التوازي.

$$R_{eq2} = R/2$$

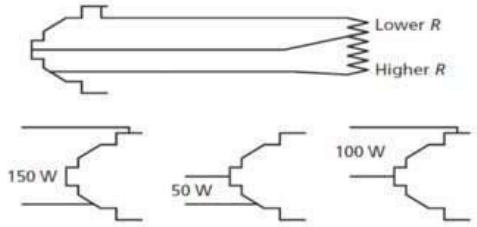
ب- ثلاثة مقاومات مقاديرها متساوية موصولة معاً على التوازي.

$$Req3 = R/3$$

ج- عدد N من مقاومات مقاديرها متساوية موصولة معاً على التوازي.

$$R_{eqN} = R/N$$

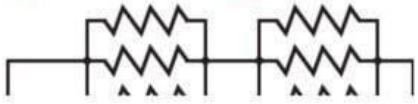
٨٤. تطبيق المفاهيم إذا كان لديك ثلاثة مصابيح كتلك الموضحة في الشكل ٢٣-٨، وكانت قدرتها كما يلي: 50 W و100 W و150 W، فارسم أربعة رسوم تخطيطية جزئية تبين من خلالها فتائل المصابيح، وأوضاع المفاتيح الكهربائية لكل مستوى سطوع، بالإضافة إلى بيان وضع الإطفاء. عنون كل رسم تخطيطي. (لا يوجد حالة إلى رسم مصدر طاقة).



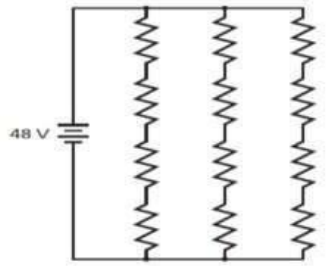
---

٨٥. تطبيق المفاهيم صمم دائرة كهربائية يمكنها إضاءة ١٢ مصباح متماثلاً، بكامل شدتها الضوئية الصحيحة بواسطة بطارية جهدها 48 V، لكل حالة مما يلي:

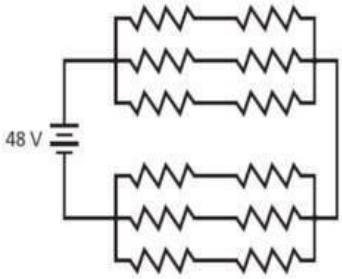
أ- يقتضي التصميم A أنه إذا احترق فتيل أحد المصابيح تبقى المصابيح الأخرى مضيئة.



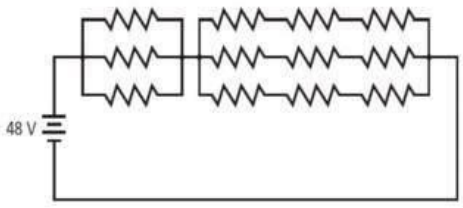
ب- يقتضي التصميم **B** أنه إذا احترق فتيل أحد المصابيح تضيء المصابيح الأخرى التي بقيت تعمل بكامل شدتها الضوئية الصحيحة.



ج- يقتضي التصميم **C** أنه إذا احترق فتيل أحد المصابيح ينطفئ مصباح آخر.



د- يقتضي التصميم **D** أنه إذا احترق فتيل أحد المصابيح فإما أن ينطفئ مصباحان أو لا ينطفئ أي مصباح في الدائرة.



٨٦. تطبيق المفاهيم تتكون بطارية من مصدر فرق جهد مثالي يتصل بمقاومة صغيرة على التوالي. تنتج الطاقة الكهربائية للبطارية عن التفاعلات الكيميائية التي تحدث فيها، وينتج أيضاً عن هذه التفاعلات مقاومة صغيرة لا يمكن إلغاؤها بالكامل أو تجاهلها. فإذا علمت أن مصباحاً كهربائياً يدوياً يحتوي على بطاريتين موصولتين على التوالي كما هو موضح في الشكل ٢٤-٨، وفرق جهد كل منهما يساوي 1.50 V، ومقاومتها الداخلية 0.200 Ω، ومقاومة المصباح 22.0 Ω، فأجب عما يلي:

أ- ما مقدار التيار المار في المصباح؟

$$I = \frac{V}{R}$$

$$= 0.134\ A$$

ب- ما مقدار القدرة المستنفدة في المصباح؟

$$P = I^2R = 0.395\ W$$

ج- إذا أُهملت المقاومة الداخلية للبطاريتين فما مقدار الزيادة في القدرة المستنفدة؟

$$P = IV = 0.014\ W$$

---

٨٧. تطبيق المفاهيم صنع أوميتر بتوصيل بطارية جهدها 6 V على التوالي بمقاوم متغير وأميتر مثالي، كما هو موضح في الشكل ٢٥-٨، بحيث ينحرف مؤشر الأميتر إلى أقصى تدريج عندما يمر فيه تيار مقداره 1.0 mA. فإذا وصل المشبكان الموضحان في الشكل معاً، وضُبطت المقاومة المتغيرة بحيث يمر تيار مقداره 1.0 mA، فأجب عما يلي:

أ- ما مقدار المقاومة المتغيرة؟

$$V = IR$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$= 6\ k\Omega$$

ب- إذا وصل المشبكان الموضحان في الشكل أدناه بمقاومة مجهولة فما مقدار المقاومة التي تجعل قراءة الأميتر تساوي:

١. 0.5 mA؟

6 kΩ

٢. 0.25 mA؟

18 kΩ

٣. 0.75 mA؟

2 kΩ

ج- هل تدريج الأوميتر خطي؟ وضح إجابتك.

لا، يكون المقدار صفر أوم عند أقصى تدريج، و6 kΩ عند منتصف التدريج، ومالا نهاية Ω (أو دائرة مفتوحة) عند صفر التدريج.

الكتابة في الفيزياء:

٨٨. ابحث في قوانين جوستاف كيرتشوف، واكتب ملخصاً من صفحة واحدة حول كيفية تطبيقها على الأنواع الثلاثة للدوائر الكهربائية الواردة في الفصل.

قانون كيرتشوف الثاني في الجهد، الذي يمثل حفظ الطاقة في الدوائر الكهربائية، وقانون كيرتشوف الأول في التيار، والذي يمثل حفظ الشحنة في الدوائر الكهربائية. وينص قانون الجهد على أن المجموع الجبري لتغيرات الجهد في مسار مغلق يساوي صفراً. وينص قانون التيار على أن المجموع الجبري للتيارات عند نقطة تفرع يساوي صفراً.

مراجعة تراكمية:

٨٩. إذا كانت شدة المجال الكهربائي على بُعد d من شحنة نقطية Q يساوي E، فماذا يحدث لمقدار المجال الكهربائي في الحالات التالية:

أ- مضاعفة d ثلاث مرات.

E/9

ب- مضاعفة Q ثلاث مرات.

3E

ج- مضاعفة كل من d وQ ثلاث مرات.

E/3

د- مضاعفة شحنة الاختبار 'q ثلاث مرات.

E

ه- مضاعفة كل من 'q وd، وQ ثلاث مرات.

E/3

---

٩٠. إذا نقص التيار المار في دائرة كهربائية فرق الجهد فيها 12 V من 0.55 A إلى 0.44 A، فاحسب مقدار التغير في المقاومة.

$R_1 = 21.8\ \Omega$

$R_2 = 27.3\ \Omega$

$R = R_2 - R_1 = 5.5\ \Omega$

اختبار مقنن:

أسئلة اختيار من متعدد:

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

استخدم الرسم التخطيطي أدناه الذي يمثل دائرة كهربائية للإجابة عن الأسئلة ١-٤.

١. ما مقدار المقاومة المكافئة للدائرة؟

A. $\frac{1}{19}\ \Omega$

B. $1.0\ \Omega$

C. $1.5\ \Omega$

D. $19\ \Omega$

٢. ما مقدار التيار الكهربائي المار في الدائرة؟

A. 0.32 A
B. 0.80 A
C. 1.2A
D. 4.0 A

٣. ما مقدار التيار الكهربائي المار في المقاوم R3؟

A. 0.32 A
B. 1.5 A
C. 2.0 A
D. 4.0 A

٤. ما مقدار قراءة فولتمتر يوصل بين طرفي المقاوم R2؟

A. 0.32 V
B. 1.5 V
C. 3.8 V
D. 6.0 V

استخدم الرسم التخطيطي أدناه الذي يمثل دائرة كهربائية للإجابة عن السؤالين ٥ و٦.

٥. ما مقدار المقاومة المكافئة للدائرة؟

A. 8.42 Ω
B. 10.7 Ω
C. 21.4 Ω
D. 52.0 Ω

٦. ما مقدار التيار الكهربائي المار في الدائرة؟

A. 1.15 A
B. 2.35 A
C. 2.80 A
D. 5.61 A

٧. إذا وصل محمود ثمانية مصابيح مقاومة كل منها 12 Ω على التوالي فما مقدار المقاومة الكلية للدائرة؟

A. 0.67 Ω
B. 1.5 Ω
C. 12 Ω
D. 96 Ω

٨. أي العبارات التالية صحيحة؟

A. مقاومة الأميتر المثالي كبيرة جداً.

B. مقاومة الفولتمتر المثالي صغيرة جداً.

C. مقاومة الأميترات تساوي صفراً.

D. تسبب الفولتمترات تغيرات صغيرة في التيار.

الأسئلة الممتدة:

٩. يقيم حامد حفلاً ليلياً، ولإضاءة الحفل وصل ١٥ مصباحاً كهربائياً ببطارية سيارة جهدها 12.0 V، ولحظة وصل هذه المصابيح بالبطارية لم تضئ، وأظهرت قراءة الأميتر أن التيار المار في المصابيح 0.350 A، فإذا احتاجت المصابيح إلى تيار مقداره 0.500 A، لكي تُضيء، فكم مصباحاً عليه أن يفصل من الدائرة؟

يتعين على حامد فصل ٥ مصابيح.

١٠. تحتوي دائرة توال كهربائية على بطارية جهدها 8.0 V وأربعة مقاومات: R1 = 4.0 Ω و R2 = 8.0 Ω و R3 = 13.0 Ω و R4 = 15.0 Ω. احسب مقدار التيار الكهربائي المار في الدائرة، والقدرة المستنفدة في المقاومات؟

P = 1.6 W

I = 0.2 A

دليل الرياضيات:

متروك للطالب.