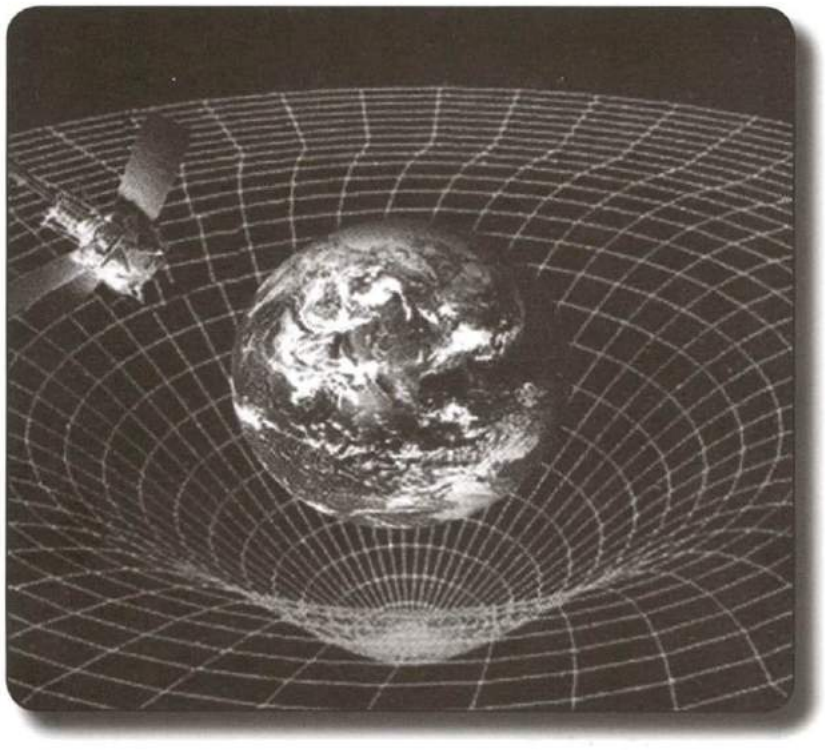


الجاذبية والحركة الدائرية

تدريبات الوحدة

أولاً) اختيار من متعدد

(1)متى يقال أن الجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة؟

- إذا تحرك في خط مستقيم بسرعة ثابتة.
- إذا تحرك في مسار دائري لفترة زمنية طويلة.
- (-) إذا تحرك في مسار دائري بحيث يقطع زوايا متساوية في أزمنة متساوية.
- إذا تحرك في مسار دائري بعجلة تناقصية.

(2)ما هو اتجاه العجلة التي يكتسبها الجسم الذي يتحرك في مسار دائري حركة منتظمة؟

- (-) باتجاه مركز الدائرة.
- عمودياً على اتجاه القوة المركزية.
- موازية للسرعة المماسية.
- متغيرة حسب موقع الجسم.

(3)ما نوع القوة المركزية التي تجعل الإلكترون يدور حول نواة ذرة الهيدروجين؟

- قوة التجاذب الكتلي.
- قوة الاحتكاك.
- قوة الضغط.
- (-) قوة التجاذب الكهربي.

(4)جسم يتحرك على محيط دائرة بحيث يقطع 50 دورة خلال 10s ، احسب الزمن الدوري للجسم؟

- 10s
- 5s
- (-) 0.2s
- 0.1s

$n = 50$

$t = 10S$

$T = \frac{t}{n} = \frac{10}{50} = 0.2S$

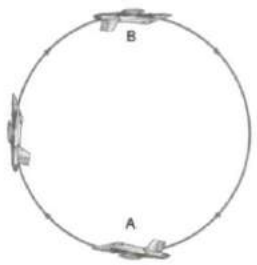
(5)ما هو تردد الجسم في السؤال السابق؟

- 10Hz
- (-) 5Hz
- 3Hz
- 0.2Hz

$f = \frac{1}{T} = \frac{50}{10} = 5\,Hz$

(6)أجب عن الأسئلة الأربعة التالية بناءً على المعلومات الآتية:

في الشكل الموضح ، طائرة تطير بحيث تصنع حركتها مساراً دائرياً نصف قطره 300m ، احسب السرعة الزاوية للطائرة إذا علمت أنها تتحرك من النقطة A إلى النقطة B في زمن قدره 4s.



$r = 300\,m$

$\omega = ?$

$n = \frac{1}{2}$ $t = 4S$

$T = \frac{t}{n} = 8S$

$\omega = \frac{2\pi}{T}$

- 0.79 rad/s (-)
- 15 rad/s -
- 25 rad/s -
- 0.04 rad/s -

ما قيمة السرعة المماسية للطائرة ؟

$V = \omega r$

$= (0.79)(300)$

$= 237\ m/s$

- 1200 m/s -
- 237 m/s (-)
- 75 m/s -
- 853 m/s -

ما قيمة الزمن الدوري للطائرة؟

- 8s (-)
- 4s -
- 0.25s -
- 16s -

ما قيمة العجلة التي تتحرك بها الطائرة؟

$a_c = \omega^2 r$

$= (0.79)^2(300)$

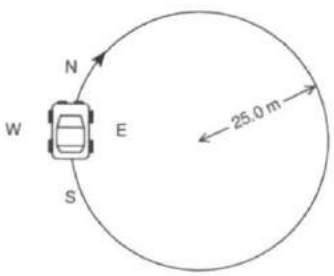
$= 187$

$a_c = \frac{v^2}{r}$

$= \frac{237^2}{300} = 187$

- $223\ m/s^2$ -
- $187\ m/s^2$ (-)
- $5\ m/s^2$ -
- $0.79\ m/s^2$ -

(7)الشكل الموضح يمثل سيارة تتحرك في مسار دائري بسرعة زاوية 0.7 rad/s ، فإذا كانت كتلة السيارة 1200kg ، فما مقدار القوة المركزية التي تؤثر على السيارة ؟



$r = 25m$

$\omega = 0.7$

$m = 1200Kg$

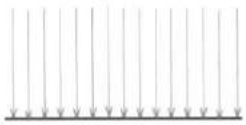
$F_c = m\omega^2 r$

$= (1200)(0.7)^2$ (25)

$= 14.7 \times 10^3$

- $0.84 \times 10^5\ N$ -
- $5.88 \times 10^4\ N$ -
- $1.47 \times 10^4\ N$ (-)
- $3.47 \times 10^6\ N$ -

(8) الشكل الموضح يمثل خطوط مجال الجاذبية لكوكب. ما هو الوصف المناسب لهذا المجال؟



- مجال قوي منتظم قريب من سطح الكوكب.
- مجال ضعيف غير منتظم قريب من سطح الكوكب.
- مجال قوي غير منتظم بعيد عن سطح الكوكب.
- مجال ضعيف غير منتظم بعيد عن سطح الكوكب.

(9) جسمان كتلة أحدها 50kg والآخر 25kg يقعان على ارتفاع 20km من سطح الأرض. ما العلاقة بين شدة مجال الجاذبية المؤثر على كل كتلة؟

$g = \frac{GM}{r^2}$

- شدة المجال المؤثر على الكتلة 50kg ضعف شدة المجال المؤثر على الكتلة 25kg
- شدة المجال المؤثر على الكتلة 50kg نصف شدة المجال المؤثر على الكتلة 25kg
- شدة المجال المؤثر على الكتلة 50kg يساوي شدة المجال المؤثر على الكتلة 25kg
- لا يوجد علاقة بينهما .

(10) جسم كتلته 30kg موجود عند سطح الأرض ، ما هو شدة المجال المؤثر على تلك الكتلة؟

$M = 6 \times 10^{24}\ kg$
$R_E = 6.4 \times 10^6\ m$

$g = \frac{GM}{R_E^2} = \frac{(6.67\times10^{-11})(6\times10^{24})}{(6.4\times10^6)^2}$

- 293.1 N/kg
- 9.77 N/kg
- 4.88×10^{13} N/kg
- 9.77×10^{13} N/kg

(11) جسم يقع على ارتفاع 200 km من سطح الأرض. ما قيمة شدة المجال المؤثرة على الجسم؟

$h = 200\,Km = 200000\,m$
$R_E = 6.4 \times 10^6\ m$
$r = (6.4\times10^6) + 200000 = 6.6\times10^6\ m$

$g = \frac{GM}{r^2} = \frac{(6.67\times10^{-11})(6\times10^{24})}{(6.6\times10^6)^2} = 9.187\ m/s^2$

- 1.55 N/kg
- 4.38 N/kg
- 8.97 N/kg
- 9.21 N/kg

(12) ما هي قوة التجاذب الكتلي بين جسمين كتلة أحدها 200 kg والآخر 50 kg إذا كانت المسافة بينهما 15cm؟

$F_g = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ $\quad r = 0.15m$

$= \frac{G(50)(200)}{(0.15)^2} = \frac{(6.67\times10^{-11})(50\times200)}{(0.15)^2}$

- 3.9×10^5 N
- 2.9×10^{-5} N
- 44.4×10^{-11} N
- 4.4×10^{-9} N

(13) إذا تضاعفت كتلة جسمان متماثلان ونقصت المسافة بينهما إلى النصف فما التغير الذي يطرأ على قوة التجاذب الكتلي بين الجسمين؟

$F_g' = \frac{G(2m)(2m)}{(\frac{1}{2}r)^2} = \frac{G.4m^2}{0.25r^2} = 16\,F_g$

- تقل إلى النصف.
- تزيد إلى الضعف.
- تقل بمقدار $\frac{1}{8}$
- تزيد بمقدار 16 ضعف.

(14) إذا أرادت دولة ما إطلاق قمر صناعي خاص بالاتصالات والبث التليفزيوني فيجب أن تراعي أن تضع القمر في مدار بحيث يكون ...

- الزمن الدوري له = الزمن الدوري للأرض.
- الزمن الدوري له ضعف الزمن الدوري للأرض.
- نصف قطر مداره = نصف قطر الأرض.
- يمر بالقطب الشمالي مرة كل 24 ساعة.

(15) تعتمد السرعة المدارية للقمر الصناعي على ...

- كتلة القمر الصناعي.
- بعد القمر عن الأرض.
- حجم القمر الصناعي.
- جميع ما سبق.

(16) في ضوء المعلومات التالية ، أجب عن الأسئلة الثلاث الآتية :

احسب السرعة المدارية لقمر صناعي كتلته 3.9×10^4 Kg يدور حول الأرض على ارتفاع 3.6×10^7 m .

$$V = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{(6.67\times10^{-11})(6\times10^{24})}{(6.4\times10^{6})+(3.6\times10^{7})}}$$

- 3072 m/s
- 5.2×10^4 m/s
- 9.66×10^{-9} m/s
- 1087 m/s

احسب العجلة المركزية للقمر الصناعي.

$$ac = \frac{v^2}{r} = \frac{v^2}{(R_E+h)} = \frac{(3072)^2}{(6.4\times10^{6})+(3.6\times10^{7})}$$

- 9.8 m/s^2
- 0.22 m/s^2
- 1.8 m/s^2
- 4.33 m/s^2

احسب طاقة الوضع التجاذبية للقمر الصناعي.

$$E_P = \frac{-GMm}{R+h}$$

$$= \frac{-(6.67\times10^{-11})(6\times10^{24})(3.9\times10^{4})}{(6.4\times10^{6})+(3.6\times10^{7})}$$

- -2.8×10^4 J
- -36.8×10^{10} J
- -0.8×10^{-11} J
- -52240 J

ثانياً: أسئلة متنوعة

(1) علل لما يلي تعليلاً علمياً دقيقاً:

أ- رغم أن سرعة جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة ثابتة إلا أنه يتحرك حركة معجلة.

بسبب ثبات قيمة السرعة وتغيير اتجاهها في السرعة

ب- تسمى عجلة الحركة في الحركة الدائرية المنتظمة عجلة مركزية.

لأنها باتجاه المركز

ت- لا تبذل القوة المركزية شغلاً على جسم يتحرك حركة دائرية منتظمة.

لأن القوة المركزية عمودية على اتجاه الحركة

(2) اشرح العبارات التالية:

أ- للسرعة الزاوية علاقة بالسرعة الخطية للجسم الذي يتحرك حركه دائرية منتظمة.

لأن $\omega = \frac{v}{r}$ (تناسب طردي)

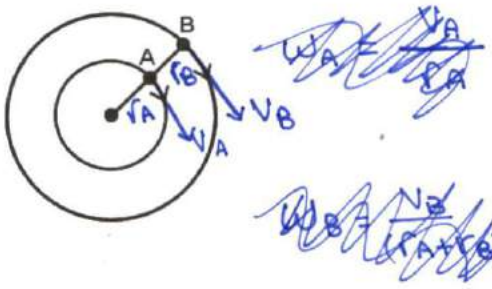
ب- الحركة الدائرية المنتظمة لجسم تصلح كمبدأ لقياس الزمن.

لأنها (تتحرك مسافات متساوية في ازمنة متساوية)
تتكرر بنفس الكيفية

ت- نسمي قوه شد الخيط للجسم الذي يتحرك حركه دائرية بالقوة المركزية.

لأنه في اتجاه مركز الدوران

(3)نقطتان A و B تدوران بشكل متزامن حول دائرة كما بالشكل قارن بين السرعة الزاوية و السرعة الخطية لكل منهما.



ω ← ثابتة

$V_B > V_A$ ← V

(4)جهاز طرد مركزي تصل سرعة دورانه 6×10^4rpm ، احسب تردد الجهاز.

$\frac{6\times10^4}{60}$ rpm = 1000 Hz

= 1000 rps

(5)جسم كتلته 50g يتحرك على محيط دائرة قطرها 400 cm حركة دائرية منتظمة فإذا كان الجسيم يستغرق 65s لعمل دورة كاملة، احسب:

1 – تردد الحركة.

2 – السرعة الزاوية.

3 – السرعة الخطية.

$m = 50g = 0.05\ kg$

$r = 2m$

$T = 65s$

1) $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{65} = 0.154\ Hz$

2) $\omega = 2\pi f = 2\pi(0.154) = 0.9676\ rad/s$

3) $V = \omega r = (0.9676)(2) \approx 2\ m/s$

(6)أذرع مروحة طائرة عمودية تشكل عند دورانها دائرة قطرها 14.0 m ، فإذا كانت العجلة المركزية التي تتحرك بها نقطة عند حافة أحد أذرعها هي $2527\ m/s^2$. احسب الزمن الدوري لمروحة الطائرة.

$r = 7m$

$a_c = 2527\ m/s^2$

$T = ?$

$a_c = \frac{v^2}{r}$

$v = \sqrt{a_c \cdot r}$

$= \sqrt{(2527)(7)}$

$= 133\ m/s^2$

$T = \frac{2\pi r}{v}$

$= \frac{2\pi(7)}{133}$

$= 0.33\ S$

(7)تحرك جسيم كتلته 200 g على محيط دائرة بسرعة مماسية 125.6 m/s فإذا كان تردد الجسيم 10 Hz ، احسب:

أ – نصف قطر المسار الدائري

ب – العجلة المركزية

ج – قوة الجذب المركزية

د – السرعة الزاوية للجسم

هـ – الزاوية التي يمسحها نصف القطر خلال 3s

$m = 0.2\ kg$

$a_t = 125.6\ m/s$

$f = 10\ Hz$

1)

2)

(8)ربط جسم كتلته 0. 5kg بطرف حبل طوله 1m ثم أدير في مستوى أفقي بمعدل 120 دورة كل دقيقة احسب ما يلي:

أ – السرعة الزاوية والسرعة الخطية للحجر.

ب – العجلة المركزية.

ج – قوة شد الحبل على الجسم.

$m = .5kg$

$r = 1m$

$f = 120 \div 60$

$= 2\ HZ$

1) $\omega = 2\pi f$

$= 2\pi(2)$

$= 12.57\ rad/s$

2) $a_c = \frac{v^2}{r}$

$= \frac{(12.57)^2}{1}$

$= 157.91\ m/s^2$

3) $F_c = ma_c$

$= (0.5)(157.91)$

$= 78.96\ N$

$V = \omega r$

$= (12.57)(1)$

$= 12.57\ m/s$

(9)حجر صغير كتلته 0.0021 kg ملتصق بإطار دراجة نصف قطره 23.0 cm ، فإذا كان الحجر يتأثر بقوة مركزية قدرها 0.66N . احسب سرعة الإطار.

$m = 0.0021\ kg$

$r = 0.23m$

$F_c = 0.66\ N$

$V = ?$

$F_c = ma_c$

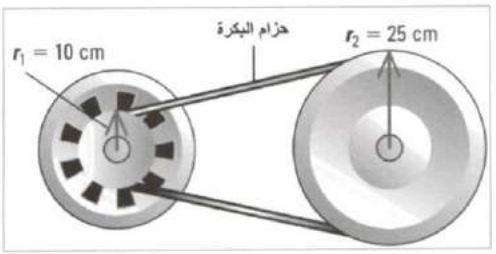
$F_c = m\frac{v^2}{r}$

$\frac{F_c \cdot r}{m} = v^2$

$v = \sqrt{\frac{(0.66)\cdot(0.23)}{(0.0021)}}$

$= 8.5\ m/s$

(10) بكرتان مختلفتا الأقطار يدوران معاً نتيجة ارتباطهما بحزام مطاطي. ترتبط البكرة الصغرى بمحرك يدور بمعدل 200.0 rpm ، ما تردد البكرة الكبرى.(مساعدة: سرعة البكرتين متساوية عند الحافة الخارجية لكليهما)



$f_1 = 3.33$

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{\left(\frac{V_1}{2\pi r_1}\right)}{\left(\frac{V_2}{2\pi r_2}\right)}$$

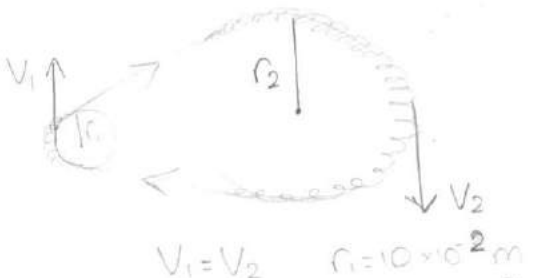
$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{V_1}{2\pi r_1} \times \frac{2\pi r_2}{V_2} = \frac{r_2}{r_1}$$

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{r_2}{r_1} \Rightarrow f_2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right) \times f_1$$

$$\Rightarrow f_2 = \left(\frac{0.1}{0.25}\right) \times 3.33$$

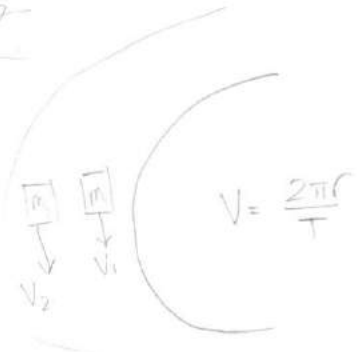
$= 1.332$ rps

$= 1.332$ Hz



$V_1 = V_2$ $r_1 = 10 \times 10^{-2}$ m $r_2 = 25 \times 10^{-2}$ m

(11) سيارتا سباق تقتربان معاً من أحد منحنيات المضمار ، فإذا دخلت السيارتان معاً المنحنى وتحركتا جنباً إلى جنب داخل المنحنى ، فأي السيارتين ستحصد ميزة موقعها داخل المنحنى عند الخروج منه؟



* السيارة الثانية لأن نصف القطر
له علاقة طردية مع السرعة ، فتكون
سرعة السيارة الثانية أكثر
لأن نصف قطر مداره أكثر
($r \rightarrow V$) (علاقة طردية)

(12) قاطرة كتلتها 1000kg تدور على منعطف دائري أفقي نصف قطره 200m وبسرعة 108 km/h، احسب: القوة الأفقية التي تضغط بها عجلات القاطرة على قضبان الخط الحديدي.

$m = 1000$ kg

$r = 200$ m

$108 \cdot \frac{1h}{3600s} \cdot \frac{1000m}{1Km} = 108 \cdot \frac{1000}{3600}$ m/s

$V = 30$ m/s

$F_f = m a_c$

$= m \frac{v^2}{r}$

$= (1000) \cdot \frac{30^2}{200}$

$= 4500$ N

$r_1 = r_{earth} = 6.4 \times 10^6\ m$

$r_2 = r_{earth} + h = 6.4 \times 10^6 + 350000 = 6.75 \times 10^6\ m$

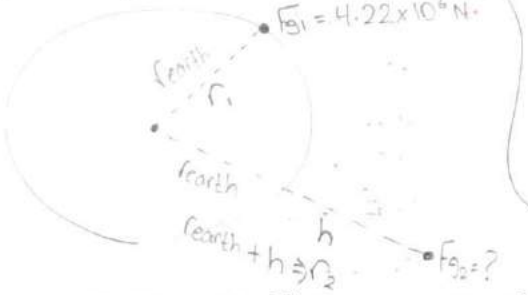
(13) محطة الفضاء الدولية تعمل على ارتفاع 350 km عند الانتهاء من إنشائها بالكامل، سيكون وزنها (مقاسا على سطح الأرض) هو $4.22 \times 10^6 N$ ما هو وزنها عندما تكون في المدار؟

$h = 350000\ m$

$m = (4.22 \times 10^6) \times 10 = 4.22 \times 10^7\ kg$

$F_{g2} = \left(\frac{r_1^2}{r_2^2}\right) \times F_{g1}$

$F_{g2} = \left(\frac{(6.4 \times 10^6)^2}{(6.75 \times 10^6)^2}\right) \times 4.22 \times 10^6\ N = 3.8 \times 10^6\ N$



$$\frac{F_{g1}}{F_{g2}} = \frac{\frac{GMm_2}{r_1^2}}{\frac{GMm_2}{r_2^2}}$$

$$\frac{F_{g1}}{F_{g2}} = \frac{\frac{1}{r_1^2}}{\frac{1}{r_2^2}} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

(14) إذا كانت قوة التجاذب الكتلي بين إلكترونين تفصلهما مسافة 1m تساوي $5.53 \times 10^{-71} N$ احسب كتلة الإلكترون.

$r = 1m$

$F_g = 5.53 \times 10^{-71}\ N$

$m = ?$

$$F_g = \frac{G m m}{r^2}$$

$$m^2 = \frac{F_g \times r^2}{G}$$

$$m = \sqrt{\frac{(5.53 \times 10^{-71})(1)^2}{(6.67 \times 10^{-11})}}$$

$m = 9.11 \times 10^{-31}\ kg$

(15) احسب المسافة بين مركزي جسمين كتلتاهما 5.0 kg و 2.5 kg إذا كانت قوة التجاذب الكتلي بينهما $3.0 \times 10^{-12} N$.

$m_1 = 5\ kg$

$m_2 = 2.5\ kg$

$F_g = 3 \times 10^{-12}\ N$

$r = ?$

$$F_g = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$$

$$r^2 = \frac{G m_1 m_2}{F_g}$$

$$r = \sqrt{\frac{(6.67 \times 10^{-11})(5)(2.5)}{(3 \times 10^{-12})}}$$

$$r = \sqrt{\frac{8.33 \times 10^{-10}}{3 \times 10^{-12}}}$$

$r = \sqrt{277.67} = 16.6\ m$

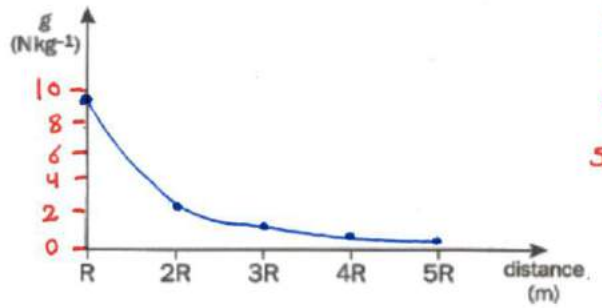
(16) اذا كانت شدة مجال الجاذبية على سطح الأرض تساوي 9.8 N/kg ، استخدم العلاقة التالية :

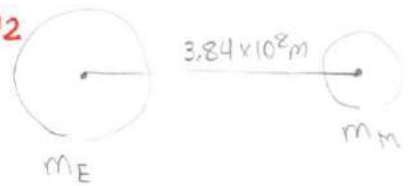
$$g_p = g\frac{R^2}{r^2}$$

أ- لحساب شدة المجال على بعد 2R, 3R, 4R, 5R من مركز الأرض حيث R نصف قطر الأرض.

ب- في تمثيل العلاقة بين شدة المجال والبعد عن سطح الأرض بيانياً.

distance (m)	g (m/s²)
R	9.8
2R	2.45
3R	1.09
4R	0.613
5R	0.392





(17) يدور القمر حول الأرض في مدار نصف قطره 3.84×10^8 m ، فإذا كانت كتلة القمر 7.35×10^{22} kg ، احسب :

$m_E = 6 \times 10^{24}$ kg

m_M

أ – مقدار قوة التجاذب الكتلي بين الأرض والقمر.

$$F_g = \frac{Gm_E m_M}{r^2}$$

$$= \frac{G(6\times10^{24})(7.35\times10^{22})}{(3.84\times10^{8})^2}$$

$$= \frac{(6.67\times10^{-11})(6\times10^{24})(7.35\times10^{22})}{(3.84\times10^{8})^2}$$

$$\Rightarrow F_g = 1.99 \times 10^{20}\ N$$

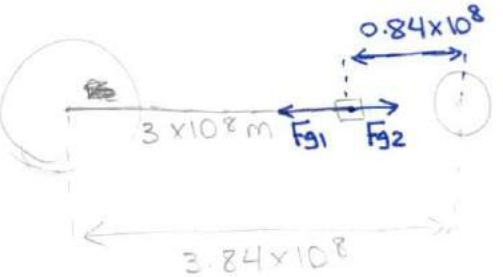
ب- إذا اطلق صاروخ كتلته 42000 kg باتجاه القمر. احسب محصلة القوى المؤثرة عليه عندما يكون على بعد 3.00×10^8 m من مركز الأرض.

m_R

$m_R = 42000\ kg$

$$F_{g1} = \frac{Gm_E m_R}{(3\times10^{8})^2}$$

$$F_{g2} = \frac{Gm_M m_R}{(0.84\times10^{8})^2}$$



(18) قمر صناعي كتلته 19500 kg ونصف قطر مداره حول الأرض 6.9×10^6 m ، احسب:

أ- طاقة حركة القمر الصناعي

ب- طاقة الوضع التجاذبية للقمر الصناعي

ت- الطاقة الكلية للقمر الصناعي

$m = 19500\ kg$

$r = 6.9 \times 10^6\ m$

أ)

$$E_K = \frac{GMm}{2r} = \frac{(6.67\times10^{-11})(6\times10^{24})(19500)}{2(6.9\times10^6)}$$

$$= 5.655 \times 10^{11}\ J$$

ب)

$$E_P = \frac{-GMm}{r} = \frac{-(6.67\times10^{-11})(6\times10^{24})(19500)}{(6.9\times10^6)}$$

$$= -1.131 \times 10^{12}\ J$$

ت) $E = E_K + E_P \Rightarrow E = (5.655\times10^{11}) + (-1.31\times10^{12})$

$$= -5.655 \times 10^{11}\ J$$

محيط الدائرة

(19) قمر صناعي يتم دورته حول الأرض في 155 دقيقة، طول مساره 60000km ونصف قطر الأرض 6400km، عجلة الجاذبية $10m/s^2$ أوجد:-

- السرعة المدارية للقمر
- ارتفاع القمر عن سطح الأرض

$T = 155 \times 60 = 9300\ s$

$g = 10\ m/s^2$

$R = 6400 \times 1000 = 6400000$

$$r = \frac{60000\times10^3}{2\pi} = 9.55\times10^6\ m$$

1)

$$T = \frac{2\pi r}{V} \Rightarrow V = \frac{2\pi r}{T}$$

$$= \frac{2\pi(9.55\times10^6)}{(9300)}$$

$$= 6451.61\ m/s$$

2) $h = ?$

$h = r - R$

$= (9.55\times10^6) - (6.4\times10^6)$

$= 3.15\times10^6\ m$

(20) تدور سفينة فضاء حول الأرض بسرعة 7300m/s إذا كان نصف قطر الأرض 6400km ، أوجد ارتفاع السفينة عن سطح الأرض.

$V = 7300\ m/s$

$R_E = 6400\,000\ m$

$h = ?$

$$V = \sqrt{\frac{GM}{(R+h)}} \quad \Rightarrow \quad V^2 = \frac{GM}{(R+h)}$$

$$R + h = \frac{GM}{V^2} \quad \Rightarrow \quad h = \left(\frac{GM}{V^2}\right) - R$$

$$h = \left(\frac{(6.67\times10^{-11})(6\times10^{24})}{(7300)^2}\right) - (6400000) \quad \Rightarrow \quad h = 1.12\times10^{6}\ m$$

(21) لعبة بشكل قطار تتحرك بمسار دائري نصف قطره 0.5 متر، احسب:

أ) مقدار الزاوية المقطوعة بالراديان rad إذا تحرك القطار على طول المسار الدائري مسافة قدرها 1.4 متراً.
ب) مقدار الزاوية بالدرجات.

$r = 0.5m$

$\Delta S = 1.4m$

1) $\theta = \frac{\Delta S}{r}$

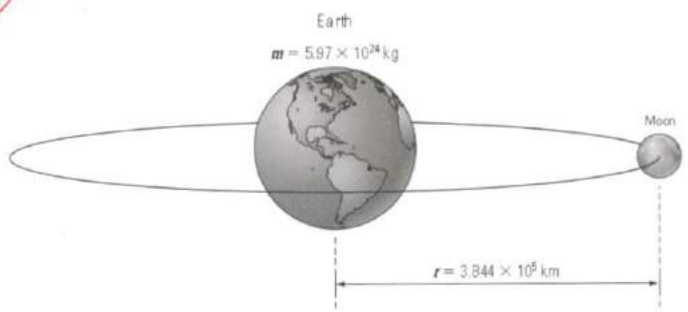
$= \frac{1.4}{0.5}$

$= 2.8\ rad$

2)

$2.8 \times \frac{180}{\pi} = 160.43^\circ$

(22) قمر تابع للأرض يكمل دورة حولها كل 27.5 يوم مستعيناً بالشكل ،احسب السرعة المدارية للقمر.



$M = 5.97\times10^{24}\ kg$

$r = 3.844\times10^{8}\ m$

$T = 27.5 \times 24 \times 60 \times 60$

$= 2.376\times10^{6}\ s$

$V = \omega r$

$= \left(\frac{2\pi}{T}\right)(r)$

$= \left(\frac{2\pi}{(2.376\times10^{6})}\right)(3.844\times10^{8})$

$= 1016.5\ m/s$

(أسئلة إثرائية متنوعة)

(1) تتحرك كل الأجسام المتحركة في مسار دائري بعجلة مركزية.

أ- ما المقصود هنا بكلمة " مركزية " ؟

ب- كيف يمكن زيادة قيمة العجلة المركزية لجسم؟

ت- يدور القمر حول الأرض في مسار نصف قطره 3.84×10^5 km ، فإذا كان القمر يتحرك بسرعة ثابتة ويستغرق 27.3 يوم لإتمام دورة كاملة. بافتراض أن المسار دائري ، احسب قيمة العجلة المركزية للقمر.

ب - بزيادة سرعة الجسم أو بإنقاص قيمة نصف قطر الدائرة .

$a_c = \frac{v^2}{r}$

أ- قوة باتجاه مركز الدائرة

ت -

$r = 3.84\times10^8$ m

$T = 27.3\times24\times60\times60$

$= 2.36\times10^5$ S

$a_c = \frac{v^2}{r}$

$= \frac{(1.02\times10^4)^2}{(3.84\times10^8)}$

$T = \frac{2\pi r}{v}$

$v = \frac{2\pi(3.84\times10^8)}{(2.36\times10^5)}$

$v = 1.02\times10^4$ m/s

$a_c = ?$

$a_c = 0.271$ m/s^2

(2) إذا كانت شدة مجال الجاذبية للقمر ($g_\circ$) عند سطحه تعرف من العلاقة ($g_m = 4\pi G r_M \rho/3$) حيث (ρ) متوسط الكثافة للقمر ، (r_M) نصف قطر القمر.

أ- ماذا يمثل الرمز (G) ؟

ب- ما سبب صعوبة تحديد قيمة (G) عن طريق إجراء التجارب في مختبر المدرسة؟

ت- تم إطلاق رصاصة بسرعة عالية من بندقية فاتخذت مساراً حول القمر كأنها قمر صناعي صغير ، بإهمال أي مظاهر سطحية للقمر قد تعرقل حركتها ، ما هي سرعة الرصاصة إذا علمت أن كتلة القمر هي 7.34×10^{22} kg ونصف قطره 1740 km ؟

$F_g = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$

$G = \frac{(F_g)(r^2)}{m_1 m_2}$

أ- ثابت الجذب العام ب - لأنها تحتاج الى كتل ضخمة

ت -

$M_m = 7.34\times10^{22}$ kg

$R_m = 1.74\times10^6$ m

$V = \sqrt{\frac{GM}{r}} \rightarrow R$

$V = \sqrt{\frac{GM}{(R_m+h)}} \rightarrow R$

$R = 4.8\times10^{6}\,m$
$g = 16\ m/s^2$

(3)كوكب نصف قطره 4.8×10^{6} m وشدة مجال الجاذبية عند سطحه $16\ N\,kg^{-1}$.

أ- احسب كتلة الكوكب.

ب- قمران صناعيان (س) و (ص) على ارتفاعات مختلفة فوق سطح الكوكب ، فإذا كانت طاقة الوضع التجاذبية للقمر (س) هي -5.2×10^{10} J وطاقة الوضع التجاذبية للقمر (ص) -6.9×10^{10} J ، وضح :

i. سبب الإشارة السالبة لقيمة طاقة الوضع التجاذبية.

ii. أي القمرين أقرب لسطح الكوكب؟

iii. إذا علمت أن كتلة القمر الصناعي (س) = كتلة القمر الصناعي (ص) وهي 1500 kg ، احسب قيمة التغير في طاقة الوضع للقمر (س) إذا تم نقله ليكون في نفس موضع القمر (ص).

أ- $F_g = \frac{GMm}{r^2}$

$mg = \frac{GMm}{r^2}$

$M = \frac{gr^2}{G}$

$M = \frac{(16)(4.8\times10^{6})^2}{(6.67\times10^{-11})}$

$M = 5.53\times10^{24}$ kg

ب -

i - ضرورة اعطاء الجسم طاقة

ii - $E_p = \frac{-GMm}{r}$ لذلك E_p للجسم (س) اكبر

نصف قطر اكبر ← E_p اكبر

iii - $m_x = m_y = 1500$ kg

$r_x = r_y$

$E_p = \frac{-GMm}{r}$

$\Delta E_p = (5.2\times10^{10}) - (6.9\times10^{10}) =$

$= -1.7\times10^{10}$ J

(4)نجم كتلته 5.6×10^{33} kg ونصف قطره 1.0×10^{10} m ، شدة مجال الجاذبية عند سطحه هي $4.0\times10^{3}\ N\,Kg^{-1}$.

أ- ارسم خطاً بيانياً يوضح التغير في قيمة شدة مجال الجاذبية للنجم مقابل التغير في البعد عن النجم لمسافات تساوي مضاعفات نصف القطر له.

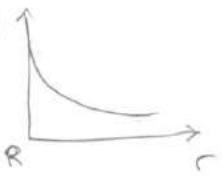
ب- احسب شدة مجال الجاذبية للنجم عند مسافة قدرها 4.0×10^{17} m من مركزه.

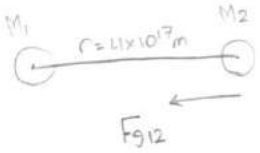
ت- إذا كان هناك نجماً ثانياً كتلته 2.0×10^{30} kg على بعد 4.0×10^{17} m من النجم الأول. احسب القوة المؤثرة على النجم الثاني بسبب مجال الجاذبية للنجم الأول.

$M_1 = 5.6\times10^{33}$ kg
$R = 1\times10^{10}$ m
$g_s = 4\times10^{3}\ m/s^2$

$g = \frac{GM}{r^2}$ ($g \leftarrow r^2$ علاقة عكسية)

أ-





ت- $F_{g12} = \frac{GM_1M_2}{r^2}$

$= \frac{(6.67\times10^{-11})(5.6\times10^{33})(2\times10^{30})}{(4\times10^{17})^2}$

$= 4.669\times10^{18}$ N

ب- $g = \frac{GM}{r^2}$

$= \frac{(6.67\times10^{-11})(5.6\times10^{33})}{(4\times10^{17})^2}$

$= 2.335\times10^{-12}\ m/s^2$

(5)تم وضع قمر صناعي كتلته 1200 kg في مسار حول الأرض نصف قطره 2.0×10^7 m ، احسب:

أ- السرعة المدارية للقمر الصناعي.

ب- طاقة الحركة للقمر الصناعي.

ت- الطاقة الكلية للقمر الصناعي.

$m = 1200$ kg

$r = 2\times10^7$ m

$M_E = 6\times10^{24}$ kg

أ- $V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

$= \sqrt{\frac{(6.67\times10^{-11})(6\times10^{24})}{(2\times10^7)}}$

$= 4,473.254$ m/s

ب- $E_K = \frac{GMm}{2r}$

$= \frac{(6.67\times10^{-11})(6\times10^{24})(1200)}{2(2\times10^7)}$

$= 1.2006\times10^{10}$ J

ت- $E = -E_K$

$= -1.2006\times10^{10}$ J

(6)تستخدم وكالة ناسا الفضائية جهاز الطرد المركزي لتدريب رواد الفضاء ، فإذا كان الجهاز يتكون من غرفة تتصل بذراع معدنية طولها 8.9 m بمحور الدوران وتدور بسرعة 35 rpm . احسب العجلة المركزية لرواد الفضاء ثم قارنها بعجلة الجاذبية الأرضية.

$f = 0.583$ rps

$= 0.583$ Hz

$a_c = \frac{v^2}{r}$

$= \omega^2 r$

$= (2\pi f)^2 (r)$

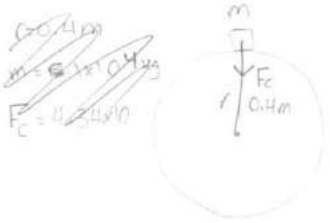
$= 119.4$ m/s²

$\frac{a_c}{g} = \frac{\frac{v^2}{r}}{\frac{GM}{r^2}}$

$\frac{a_c}{g} = \frac{119.4}{9.8} \Rightarrow a_c \approx 12g$

$\frac{a_c}{g} = \frac{v^2}{GM}$

(7)تقف نملة على إطار دراجة على مسافة 0.4 m من محوره. إذا كانت النملة ذات الكتلة 0.010 g يمكنها أن تمسك بالإطار بقوة 4.34×10^{-4} N ، احسب التردد الذي يمكن للإطار أن يتحرك به حتى يقذف بالنملة بعيداً عنه.



$r=0.4m$ $f=?$

$m=1\times10^{-4}kg = 1\times10^{-5}kg$

$F_c=4.34\times10^{-4}N$

$\left(F_c=\frac{mV^2}{r}\right)\div r \Rightarrow \frac{F_c}{m}=\omega^2 r$

$\frac{F_c}{r}=\frac{mV^2}{r^2}$

$\Rightarrow F_c=m(2\pi f)^2 r$

$\Rightarrow (2\pi f)^2=\frac{F_c}{mr}$

$\Rightarrow 4\pi^2 f^2=\frac{F_c}{mr}$

$\Rightarrow f^2=\frac{F_c}{mr}\div\frac{1}{4\pi^2}$

$\Rightarrow f^2=\frac{4F_c\pi^2}{mr}$ $\quad f^2=\frac{F_c}{m4\pi^2 r}$

$f=\sqrt{\frac{4F_c\pi^2}{mr}}$ $\quad f=1.66\,Hz$

$f=\sqrt{\frac{4(4.34\times10^{-4})(\pi^2)}{(1\times10^{-4})(0.4)}}=20.646Hz$

(8) احسب العجلة المركزية التي يتحرك بها جسم يقف عند خط الاستواء للأرض إذا علمت أن نصف قطر الأرض 6.38×10^6 m .

$R=6.38\times10^6 m$

$a_c=\frac{V^2}{r}=\omega^2 r$

$=\frac{(7920.1)^2}{(6.38\times10^6)}$

$V=\sqrt{\frac{GM}{R}}$

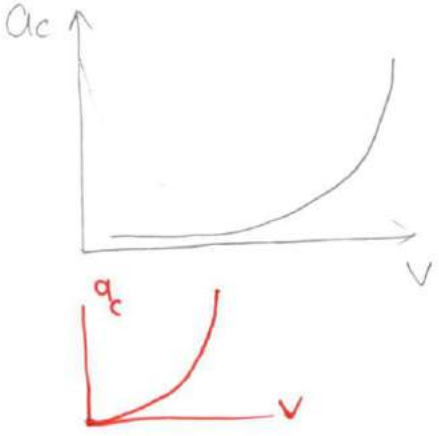
$=7920.1\,m/s$ $\quad =9.83\,m/s^2\simeq g$

(9) جسم يتحرك في مسار دائرة ، فإذا تم تقليل سرعة الجسم ماذا يحدث لقيمة العجلة المركزية للجسم؟ وضح بمخطط بياني يعزز إجابتك.

$a_c=\frac{V^2}{r}$

(علاقة طردية)$(a_c\leftarrow V^2)$

* تقل العجلة عند تقليل السرعة



(10) إذا كانت القيمة القصوى للعجلة المركزية التي تتحرك بها سيارة في منحنى دائرية أفقي هي $4.49\ m/s^2$ ، فإذا كانت سرعة السيارة هي $22\ m/s$ ، احسب أقل نصف قطر للمنحنى.

$a_c = 4.49\ m/s^2$ $\quad a_c = \frac{V^2}{r_{min}}$ $\quad r_{min} = 107.795\ m$

$V = 22\ m/s$

$r_{min} = ?$ $\quad r_{min} = \frac{V^2}{a_c}$

$r_{min} = \frac{(22)^2}{(4.49)}$

(11) يتحرك كوكب المريخ في مسار دائري حول الشمس نصف قطره $2.28 \times 10^{11}\ m$ ، فإذا علمت أن كتلة كوكب المريخ $6.27\times10^{23}\ kg$ وكانت قوة الجاذبية بين المريخ والشمس $1.63 \times 10^{21}\ N$:

أ- احسب السرعة المدارية لكوكب المريخ.

ب- احسب الزمن الدوري للكوكب.

$r = 2.28\times10^{11}\ m$

$M = 6.27\times10^{23}\ kg$

$F_g = 1.63\times10^{21}\ N$

أ- $V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ $\quad = \sqrt{\frac{(6.67\times10^{-11})(6.27\times10^{23})}{(2.28\times10^{11})}}$ $\quad = 13.5\ m/s$

$F_c = \frac{mV^2}{r}$

$V = \sqrt{\frac{F_c \cdot r}{m}}$

$V = \sqrt{\frac{1.63\times10^{21} \times 2.28\times10^{11}}{6.27\times10^{23}}} \approx 2434.6\ m/s$

ب- $T = \frac{2\pi r}{V}$ $\quad = \frac{2\pi(2.28\times10^{11})}{(13.5)}$ $\quad = 1.06\times10^{11}\ s$

$T = 5.9\times10^{7}\ s$

$T = 1.866\ yr$

(12) قوة جذب الأرض لمحطة فضائية على ارتفاع معين هي $1.2\times10^{2}\ N$. كم تكون قوة جذب الأرض لمحطة فضائية أخرى كتلتها 1.5 مرة قدر كتلة المحطة الأولى ، وتقع على مسافة تساوي 0.45 قدر بعد المحطة الأولى عن الأرض؟

$F_{g_1} = 1.2\times10^{2}\ N$

$m_2 = 1.5 m_1$

$r_2 = 0.45 r_1$

$\frac{F_{g1}}{F_{g2}} = \frac{\frac{GMm_1}{(r_1)^2}}{\frac{GM(1.5m_1)}{(0.45r_1)^2}}$

$\Rightarrow \frac{F_{g1}}{F_{g2}} = \frac{GMm_1}{(r_1)^2} \div \frac{1.5GMm_1}{(0.45r_1)^2}$

$\Rightarrow \frac{F_{g1}}{F_{g2}} = \frac{GMm_1}{(r_1)^2} \times \frac{(0.45r_1)^2}{1.5GMm_1}$

$\frac{F_{g1}}{F_{g2}} = \frac{0.45}{1.5}$

$\frac{F_{g2}}{F_{g1}} = \frac{1.5}{0.45}$

$F_{g2} = \left(\frac{1.5}{0.45}\right) \times F_{g1}$

$F_{g2} = \left(\frac{1.5}{0.45}\right) \times (1.2\times10^{2})$

$F_{g2} = 400\ N$

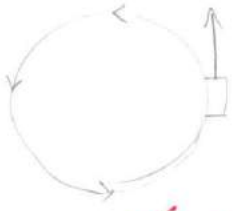
$r = 1.6m$
$T = 3.5S$

(13) يجلس طفل في أرجوحة دائرية ، تدور بشكل أفقي ، قطرها 3.2 m. تدور الأرجوحة بمعدل ثابت وهو دورة واحدة في 3.5 s ،

أ- احسب (بالنسبة للطفل) :
i. السرعة المماسية.
ii. السرعة الزاوية.
iii. العجلة.

ب- إذا كان الطفل يمسك بكرة فسقطت منه أثناء الدوران من موضع يقع على حافة الأرجوحة. وضح مسار الكرة عند السقوط.

ب-



اشرح بالكلام

i- $V = \omega r$
$\Rightarrow V = (\frac{2\pi}{T})(r)$
$\Rightarrow V = (\frac{2\pi}{3.5})(1.6)$
$\Rightarrow V = 2.87\ m/s$

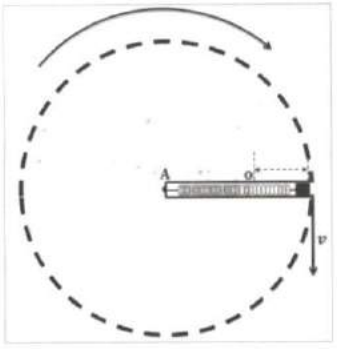
أ-

ii- $\omega = \frac{2\pi}{T}$
$\omega = \frac{2\pi}{(3.5)}$
$\omega = 1.8\ rad/s$

$a_c = \frac{V^2}{r} \Rightarrow a_c = \frac{(2.87)^2}{(1.6)} = 5.15\ m/s^2$

(14) أنبوبة ملساء شفافة طولها 0.3 m تدور أفقياً في دائرة مركزها هو طرفها (A) تصنع دورة كاملة كل ثانيتين.

$r = 0.15m$



أ- احسب سرعة الطرف الحر من الأنبوبة.

ب- تم وضع نابض قيمة الثابت له 10 N/m داخل الأنبوبة وتم تثبيت ثقل في نهاية النابض كتلته 0.3 kg حيث أن طوله في موضع الاتزان هو نصف طول الأنبوبة ، تم تدوير الأنبوبة مرة أخرى بنفس السرعة الزاوية ، احسب قيمة المسافة التي يستطيلها النابض عند الدوران.

ت- إذا انفصل الثقل فجأة عن النابض ، وضح على الرسم مسار الثقل إذا استمرت الأنبوبة في الدوران.

أ- $V =$

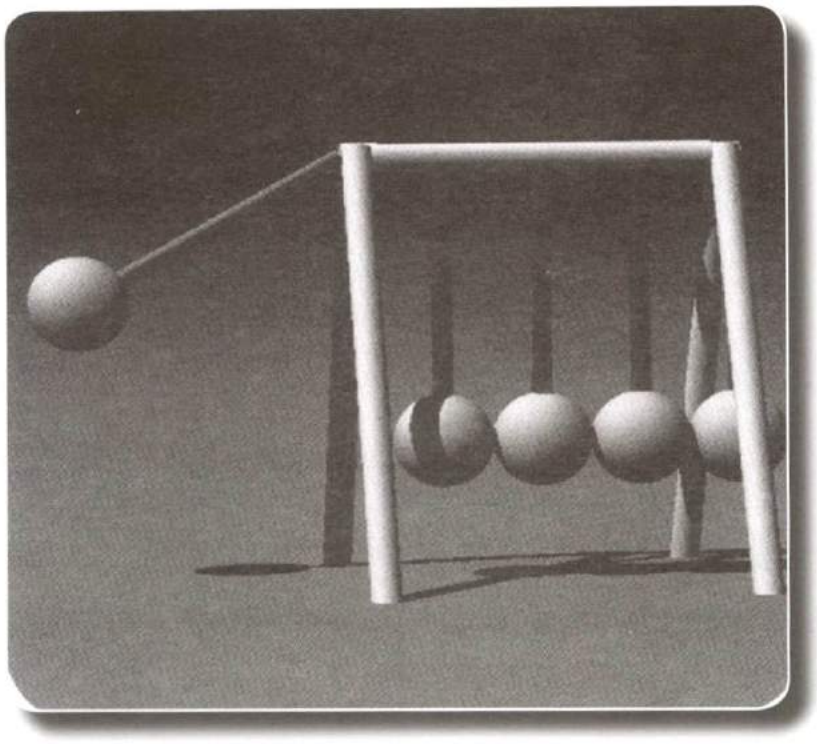
أ) $V = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow V = 0.94\ m/s$

ب) $F_c = \frac{mV^2}{r} \Rightarrow F_c = 0.888\ N$

$F = Kx \Rightarrow x = \frac{F}{K} \Rightarrow x = 0.0888\ m$

ج) باتجاه السرعة المماسية عند تلك النقطة

٢٠١٧/١٠/١٢
أشكرك على جهدك



الحركة الاهتزازية

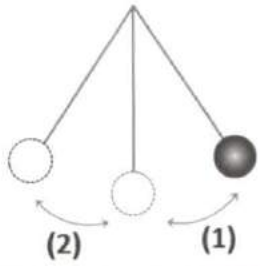
تدريبات الوحدة

أولا: اختيار من متعدد

(1) يطلق على حركة الأرض حول الشمس بـ ..

- الحركة الاهتزازية.
- (-) الحركة الدورية.
- الحركة البراونية.
- الحركة الموجية.

(2) الرقم (1) والرقم (2) في الشكل الموضح يشيران إلى ..



- الزمن الدوري للبندول.
- تردد البندول.
- اتجاه البندول.
- (-) سعة الاهتزازة للبندول.

(3) في الشكل السابق ، إذا كان البندول يقطع الإزاحة (1) في زمن قدره 0.5 sec ، فكم يكون تردد البندول؟

$\frac{1}{4}T = 0.5$ $f = \frac{1}{2} = 0.5\ Hz$

$T = 2S$

- (-) 0.5 Hz
- 1 Hz
- 2 Hz
- 4 Hz

(4) تم سحب نابض لمسافة 5 cm فتولدت فيه قوة إرجاع قدرها 2 N. ما قيمة ثابت النابض؟

$Fr = 2N$ $K = \frac{Fr}{x} = \frac{2}{0.05} = 40\ N/m$

$x = 0.05m$

- (-) 40 N/m
- 0.4 N/m
- 10 N/m
- 0.1 N/m

(5) بندول كتلته 300.0 g ، تم سحبه بزاوية 12.0° عن موضع اتزانه. ما قيمة قوة الإرجاع المؤثرة على البندول؟

$m = 0.3\ kg$

$\theta = 12°$

$Fr = ?$

$Fr = Fg \sin\theta$

$= mg \sin\theta$

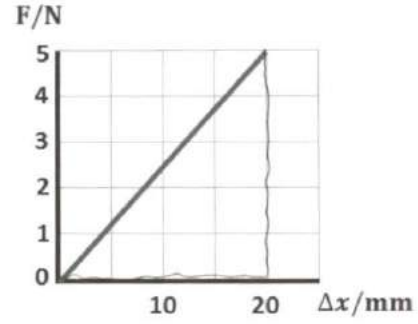
$= (0.3)(4.8)\sin 12$

$=$

- 2.87 N
- (-) 0.612 N
- 612.2 N
- 287 N

(6) مستخدماً الرسم البياني التالي ، أجب عن السؤالين التاليين:

الرسم البياني الموضح يمثل تأثير قوة الشد في نابض بعد إضافة كتلة له مقدارها 0.51 kg. ما قيمة ثابت النابض؟



Slope = $\frac{y}{x} = \frac{F}{x} = \frac{5}{20\times10^{-3}}$

= 250 N/m = K

- $0.25\ N.m^{-1}$
- $100\ N.m^{-1}$
- $0.1\ N.m^{-1}$
- $250\ N.m^{-1}$ ✓

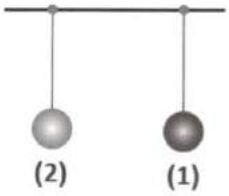
ما مقدار أكبر عجلة يمكن أن يتحرك بها النظام؟

F=ma

$a = \frac{F}{m} = \frac{5}{2.5}$

- $-4.9\ m/s^2$
- $-2.2\ m/s^2$
- $-9.8\ m/s^2$ ✓
- متغيرة حسب استطالة النابض

(7) تم تعليق كرتين من مادتين مختلفتين ، بحيث أن كتلة الكرة (1) ضعف كتلة الكرة (2) كما هو موضح . إذا تم تحريك الكرتين بإزاحة 5cm بنفس الاتجاه وتركهما ليتحركا بحرية ، فأجب عن الأسئلة الثلاث الآتية:



$m_2 = 2m_2$

$\frac{a_1}{a_2} = \frac{\frac{2x}{t}}{\frac{x}{t}} \Rightarrow \frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{1}$

ماذا تتوقع أن تكون العلاقة بين العجلة التي يتحرك بها البندولان؟

- نفس قيمة العجلة. ✓
- قيمة العجلة للبندول (1) ضعف (2).
- قيمة العجلة للبندول (2) ضعف (1).
- قيمة العجلة للبندول (1) 16 مرة ضعف (2)

إذا تم استبدال الكرتين بكرتين متماثلتين في الكتلة مع الإبقاء على باقي النظام ، ما تأثير ذلك على العجلة التي تتحرك بها كلتا الكرتين؟

- لا يوجد تأثير. ✓
- ستقل العجلة لكلتا الكرتين.
- ستزيد العجلة لكلتا الكرتين.
- ستنعدم قيمة العجلة وتصبح صفر.

ما أقصى قيمة للعجلة التي يتحرك بها البندول (1) إذا كان طول خيطه 16cm ؟

$a_1 = \frac{-gx}{L} = \frac{-(10)(5\times10^{-2})}{(16\times10^{-2})} \approx 3\ m/s^2$

- $0.8\ m.s^{-2}$ -
- $3\ m.s^{-2}$ (-)
- $80\ m.s^{-2}$ -
- $6.8\ m.s^{-2}$ -

(8) تحرك جسم حركة توافقية بسيطة بزمن دوري 0.1s فإذا كانت أقصى إزاحة له 10cm ، أجب عن السؤالين التاليين :

ما إزاحة الجسم بعد مرور 0.08s؟

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 62.832\ rad/s = 20\pi$

$T = 0.1s$

$A = 10\times10^{-2}\ m$

$x = A\cos(\omega t)$

$= (10\times10^{-2})\cos(20\pi)(0.08)$

- $0.008\ m$ -
- $0.125\ m$ -
- $0.03\ m$ (-)
- $0.08\ m$ -

ما هي أقصى سرعة للجسم؟

0.091

$V_{max} = \omega A$

$= (62.8)(10\times10^{-2})$

- π -
- 2π (-)
- $\frac{\pi}{2}$ -
- 4π -

(9) نابض خفيف مثبت رأسياً ، تم تعليق كتلة قدرها $7.5\times10^{-2}\ kg$ في النابض فاستطال بمقدار $0.15\ m$. فإذا تم سحب الكتلة لأسفل لمسافة $8.0\times10^{-2}\ m$ ثم تركت لتهتز. في ضوء تلك المعلومات أجب عن الأسئلة الثلاث التالية :

$m = 7.5\times10^{-2}\ kg$

$\Delta L = 0.15\ m$

$A = 8\times10^{-2}\ m$

$F = k\Delta L$

$k = \frac{F}{\Delta L}$ $\quad k = 4.9$

$k = \frac{mg}{\Delta L}$

ما قيمة ثابت النابض؟

- $4.9\ N.m^{-1}$ (-)
- $60\ N.m^{-1}$ -
- $6\times10^{-4}\ N.m^{-1}$ -
- $9\times10^{-4}\ N.m^{-1}$ -

احسب الزمن الدوري للنظام.

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{7.5\times10^{-2}}{4.9}} = 0.777s$

- $1.34\ s$ -
- $0.78\ s$ (-)
- $2.66\ s$ -
- $23.4\ s$ -

$V = \pm \omega A \sin(\omega t)$

$= \pm \left(\frac{2\pi}{T}\right)(8\times10^{-2}) \sin\left(\frac{2\pi}{T} \times 0.12\right)$

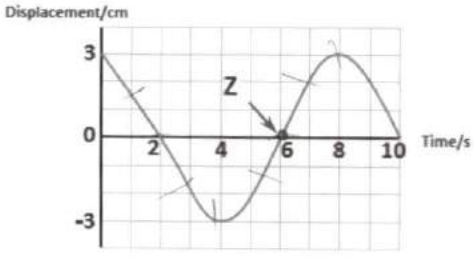
$= \pm \left(\frac{2\pi}{0.777}\right)(8\times10^{-2}) \sin(8\times0.12)$

$= \pm 0.53\ m/s$

ما هي سرعة النظام بعد مرور $0.12\ s$ ؟

- $0.01\ m/s$ -
- $1\ m/s$ -
- $0.02\ m/s$ -
- $0.53\ m/s$ -

(10) الرسم البياني يصف حركة اهتزازية لجسيم .استخدم الرسم البياني في حل السؤالين التاليين:



$T = 8$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{4}\pi$

ما قيمة سعة الاهتزازة؟

- $3cm$ -
- $6cm$ -
- $4cm$ -
- $10cm$ -

الإزاحة صفر ⇐ الجسم في موضع الاتزان ⇐ سرعته قصوى

احسب سرعة الجسم عند النقطة المشار إليها (Z).

$V_{max} = \omega A$

$V_{max} = \frac{1}{4}\pi \times 0.03$

$V_{max} = 0.023\ m/s$

$V = +\omega A \sin(\omega t)$

$= -\left(\frac{1}{4}\pi\right)(3\times10^{-2}) \sin\left(\frac{1}{4}\pi \times \right)$

- $0.002\ m.s^{-1}$ -
- $0.5\ m.s^{-1}$ -
- $2.3\ m.s^{-1}$ -
- $0.023\ m.s^{-1}$ -

(11) ما طول خيط بندول الزمن الدوري له 2s ؟

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\frac{g}{L} = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$

$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g}{L}}}$

$\sqrt{\frac{g}{L}} = \frac{2\pi}{T}$

$L = \frac{g}{\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2}$

- $1.99\ m$ -
- $1.09\ m$ -
- $0.99\ m$ -
- $2.98\ m$ -

(12) تم تعليق كتلة قدرها $9.2 \times 10^{-2} kg$ في نابض فاستطال بمقدار $0.11\ m$. فإذا تم سحب الكتلة لأسفل لمسافة $6.0 \times 10^{-2} m$ ثم تركت لتهتز. ما قيمة الطاقة الكلية للنظام؟

$m = 9.2\times10^{-2}\ kg$

$\Delta L = 0.11\ m$

$A = 6\times10^{-2}\ m$

$K = \frac{F}{\Delta L} \Rightarrow K = \frac{mg}{\Delta L}$

$K = \frac{(9.2\times10^{-2})(9.8)}{(0.11)}$

$= 8.19\ N/m$

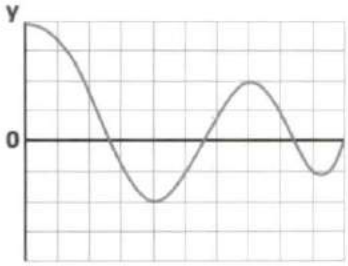
$E = \frac{1}{2} K A^2$

$= \frac{1}{2}(8.2)(6\times10^{-2})^2$

$=$

- $0.115\ J$ -
- $0.015\ J$ -
- $0.32\ J$ -
- $3.015\ J$ -

(13) الشكل التالي يوضح نوع من أنواع التخامد ، اختر من الآتي ما يمثل هذا الشكل.



- بندول يهتز في الهواء.
- بندول يهتز في الماء.
- ممصات الصدمات في السيارات.
- بندول يهتز في سائل شديد اللزوجة.

(14) أي من الآتي يعتبر اهتزازاً قسرياً؟

- بندول الساعة.
- بندول يتحرك بحرية في الهواء.
- كتلة معلقة بنابض تم سحبها وتركت لتهتز.
- اهتزاز السيارة نتيجة مرورها فجأة على مطب.

(15) إذا قمت بتحريك أرجوحة بتردد يساوي تردد حركتها ...

- تزداد سعة اهتزازة الأرجوحة ويحدث تخامد.
- تقل سعة اهتزازة الأرجوحة ويحدث تخامد.
- تزداد سعة اهتزازة الأرجوحة ويحدث رنين.
- تقل سعة اهتزازة الأرجوحة ويحدث رنين.

(16) من أمثلة الرنين المفيد ..

- محطات التوليف في الراديو والتليفزيون.
- تساوي تردد الرياح مع التردد الطبيعي للجسور.
- تساوي تردد اهتزاز محرك السيارة مع تردد اهتزاز جسم السيارة.
- جميع الإجابات ممكنة.

ثانياً : أسئلة متنوعة

(1) تعتمد قوة الإرجاع في نظام كتلة-نابض الموضوع رأسياً على ثابت النابض ، فما العوامل التي تعتمد عليها قوة الإرجاع للبندول؟

تعتمد على الكتلة و طول البندول وشدة مجال الجاذبية $F_r = -\frac{mg}{L}x$

(2) فسر سبب عدم اعتبار حركة البندول حركة توافقية بسيطة في جميع أحواله.

تعتبر حركة البندول حركة توافقية بسيطة

اذا كانت سعة الاهتزاز صغيرة جدًا مقارنة بطول خيط البندول أو أن زاوية إزاحة البندول صغيرة جدًا

(3) ماذا يحدث للزمن الدوري للبندول البسيط إذا زاد طوله بمقدار الضعف؟ وماذا يحدث للزمن الدوري إذا زادت كتلة الجسم المُعلَّق بالبندول إلى الضعف؟

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

2L : يزداد الزمن الدوري بمقدار 1.41 مرة

2m : لا يعتمد الزمن الدوري على الكتلة المعلقة لذا يبقى الزمن الدوري كما هو .

(4) املأ الفراغات في الجدول التالي بكلمة " صفر " أو " قيمة عظمى " حسب ما تراه مناسباً لقيمة كل كمية من الكميات الموضحة بالجدول:

نظام البندول	الإزاحة	العجلة	السرعة	قوة الإرجاع
$max\ \vec{x}$	max	max	0	max
$max\ \vec{a}$	max	max	0	max
$max\ \vec{v}$	0	0	max	0
$min\ \vec{F}$	0	0	max	0

نظام كتلة - نابض	الإزاحة	العجلة	السرعة	قوة الإرجاع
$max\ \vec{x}$		max	0	max
$max\ \vec{a}$	max		0	max
$max\ \vec{v}$	0	0		0
$min\ \vec{F}$	0	0	max	

(5) نابض يهتز بحركة توافقية بسيطة وسعة الاهتزازة A والطاقة الكلية عند أي نقطة في مسار حركته الاهتزازية E إذا زادت سعة الاهتزازة إلى 2A ما مقدار الطاقة الكلية.

$$E' = \frac{1}{2}K(2A)^2$$

$$E' = \frac{1}{2}K4A^2 \Rightarrow E' = 4E$$

تزداد أربعة أضعاف

(6) متذبذب توافقي يحتاج إلى $12.0s$ لإكمال 5 اهتزازات .أوجد

- الزمن الدوري للحركة.
- التردد بوحدة الهرتز.
- التردد الزاوي بوحدة rad/s.

1) $T = \frac{t}{n} = \frac{12}{5} = 2.4\ s$

2) $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2.4} = \frac{5}{12}\ HZ$

3) $w = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2.4} = 2.62\ rad/s$

(7) جسم كتلته $7\ kg$ معلق بنابض، إذا كان الجسم يتذبذب رأسياً بزمن دوري $2.60\ s$ أوجد ثابت النابض.

$m = 7kg$

$T = 2.6S$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$

$\sqrt{\frac{m}{K}} = \frac{T}{2\pi}$

$\frac{m}{K} = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2$

$K = \frac{m}{\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2}$

$K = \frac{7}{\left(\frac{2.6}{2\pi}\right)^2}$

$K = 40\ N/m$

$F = KX$

$K = \frac{F}{X}$

$K \rightarrow N/m$

$$f = 3600\ \frac{rev}{min} \cdot \frac{1}{60} = 60\ Hz$$

(8) مكبس محرك سيارة يتحرك حركة توافقية بسيطة .إذا كانت أقصى إزاحة لحركة المكبس من نقطة المركز هي $\pm 5.00\ cm$، أوجد أقصى سرعة وأقصى عجلة للمكبس عندما يتحرك بمعدل $3600 rev/min$

$A = 0.05\ m$

$f = 60\ HZ$

$$V_{max} = \omega A = 2\pi f A = 2\pi(60)(0.05)$$
$$= 18.85\ m/s$$

$$a_{max} = \omega^2 A = 4\pi^2 f^2 A = 4\pi^2(60)^2(0.05)$$
$$= 7106.12\ m/s^2$$

(9) نابض ثابت هوك له $4\ Nm^{-1}$ مُثبت في السقف .عُلقت في طرفه الحر كتلة مقدارها $0.25\ kg$ وجذبت إلى أسفل مسافة قدرها $6\ cm$ ثم تُركت حرة لتهتز إلى أعلى وإلى أسفل في حركة توافقية بسيطة، أوجد ما يلي:

- التردد - السرعة الزاوية - السرعة القصوى للكتلة.
- العجلة القصوى - الزمن اللازم لكي تصل الكتلة إلى قمة المسار للمرة الأولى.
- الطاقة الكلية للاهتزاز.
- اكتب معادلة هذه الحركة.

$K = 4\ N/m$

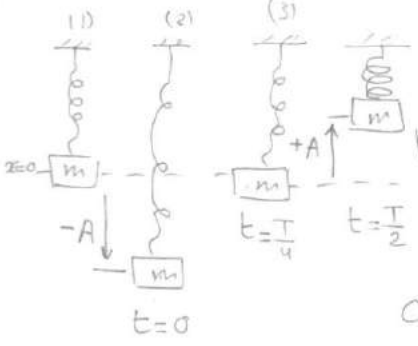
$m = 0.25 Kg$

$A = 6 \times 10^{-2}\ m$

a) $$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{4}{0.25}} = 0.64\ HZ$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi(0.64) = 4\ rad/s$$

$$V_{max} = \pm\omega A = \pm(4)(6\times10^{-2}) = \pm 0.24\ m/s$$



b) $$a_{max} = \pm\omega^2 A = (4)^2(6\times10^{-2}) = \pm 0.96\ m/s^2$$

$$t = \frac{1}{2}T = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{f}\right) = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{0.64}\right) = 0.78\ s$$

c) $$E = \frac{1}{2}KA^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2}\times 4 \times (6\times10^{-2})^2 = 0.0072\ J$$

d) $$x = -A\cos(\omega t) \Rightarrow x = -0.06\cos(4t)$$

(10) جسيم كتلته $500\ g$ ثُبت في الطرف الحر لنابض مرن ثابت القوة له $k = 50\ Nm^{-1}$، فإذا سُحب الجسم لمسافة $4cm$ ثم ترك ليتحرك حركة توافقية بسيطة، احسب:

- الزمن الدوري لحركة الجسم T.
- مقدار العجلة التي يتحرك بها الجسم عندما تكون إزاحته $2cm$.
- الطاقة الكلية للنظام.

$m = 0.5\ Kg$

$K = 50\ N/m$

$A = 0.04 m$

a) $$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{0.5}{50}} \Rightarrow T = 0.63\ S$$

b) $$a = -\omega^2 x = -\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2(0.02) \Rightarrow a \simeq -2\ m/s^2$$

c) $$E = \frac{1}{2}KA^2 = \frac{1}{2}(50)(0.04)^2 = 0.04\ J$$

(11) جسم كتلته 200 g متصل بنابض أفقي ويتحرك حركة توافقية بسيطة بزمن دوري مقداره 0.250s إذا كانت الطاقة الكلية للنظام هي 2.00 J، أوجد:

- سعة الحركة.
- ثابت الزنبرك.

$m = 0.2\,kg$ $\quad T = 0.25\,s$

أ- $E = \frac{1}{2} K A^2$

$A^2 = \frac{2E}{K}$

$A = \sqrt{\frac{2E}{K}}$

$\Rightarrow A = \sqrt{\frac{2(2)}{(126.33)}}$

$\Rightarrow A = 0.18\,m$

ب- $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$

$\frac{T}{2\pi} = \sqrt{\frac{m}{K}}$

$\frac{m}{K} = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2$

$\Rightarrow K = \frac{m}{\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2}$

$\Rightarrow K = 126.33\,N/m$

(12) يتذبذب جسم متصل بزنبرك بسعة مقدارها 3.5 cm إذا كان ثابت الزنبرك 250 N/m وكتلة الجسم 0.500 kg ، أوجد:

- طاقة النظام الميكانيكية.
- أقصى سرعة يصل لها الجسم.
- أقصى عجلة للجسم.

$A = 0.035\,m$

$K = 250\,N/m$

$m = 0.5\,kg$

a) $E = \frac{1}{2} K A^2 = \frac{1}{2}(250)(0.035)^2 = 0.15\,J$

b) $V_{max} = \pm \omega A$

$= \pm \left(\frac{2\pi}{T}\right) A$

$= \pm \left(\frac{2\pi}{0.28}\right)(0.035)$

$= \pm 0.785\,m/s$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{0.5}{250}}$

$= 0.28\,s$

c) $a_{max} = \pm \omega^2 A$

$= \pm \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 A$

$= \pm \left(\frac{2\pi}{0.28}\right)^2 (0.035)$

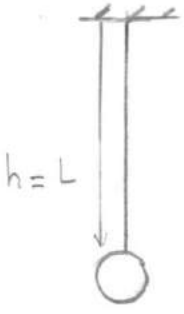
$= \pm 17.6\,m/s^2$

(13) شخص ما يقوم بقياس ارتفاع برج، فلاحظ وجود بندول طويل معلق في سقف البرج ليصل تقريباً للأرض وأن الزمن الدوري للبندول 12.0s ، كم ارتفاع البرج؟
ماذا لو أخذ البندول إلى القمر حيث أن عجلة جاذبية القمر هي $1.67\ m/s^2$، ما هو الزمن الدوري للبندول على سطح القمر؟

$T = 12S$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow L = \left(\frac{12}{2\pi}\right)^2 \times (4.8)$

$\frac{T}{2\pi} = \sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow L = 35.75m = h$



$\frac{L}{g} = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2$

$L = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 \times g$

$g = 1.67\ m/s^2$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{35.75}{1.67}}$

$T = 29.1S$

(14) جسم كتلته غير معلومة متصل بنابض ($K = 6.50N/m$) يتحرك حركة توافقية بسيطة بسعة حركة مقدارها 10.0 cm. عندما يكون الجسم عند منتصف المسافة بين نقطة الاتزان وأقصى إزاحة، فإن سرعته تكون 30.0 cm/s احسب:

- الزمن الدوري للحركة
- كتلة الجسم
- أقصى عجلة للجسم

$A = 0.1m$

$x = \frac{A}{2} = 0.05m$

$m = ?$

$K = 6.5\ N/m$

$A = 0.1\ m$

$V = 30\ \frac{cm}{s} \cdot \frac{1m}{100cm} = 0.3m/s$

$V = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2} \Rightarrow 0.3 = \omega\sqrt{0.1^2 - 0.05^2}$; $\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$

a) $\omega = \frac{0.3}{\sqrt{0.1^2 - 0.05^2}} \Rightarrow \omega = 3.4\ rad/s$; $T = \frac{2\pi}{3.4} \approx 1.85s$

b) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$

$\Rightarrow \frac{T}{2\pi} = \sqrt{\frac{m}{K}} \Rightarrow \frac{m}{K} = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 \Rightarrow m = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 \times K$

$\Rightarrow m = \left(\frac{1.85}{2\pi}\right)^2 (6.5) \Rightarrow m = 0.56\ kg$

c) $a_{max} = \pm\omega^2 A \Rightarrow a_{max} = \pm(3.4)^2(0.1)$

$\Rightarrow a_{max} = \pm 1.16\ m/s^2$

(15) كتلة جسم 50.0 g متصل بزنبرك ($k = 35.0 N/m$) يتذبذب على سطح أفقي عديم الاحتكاك بسعة حركة مقدارها 4.00 cm أوجد

- الطاقة الكلية للنظام.
- سرعة الجسم عندما تكون إزاحته 1.00 cm.
- طاقة الحركة عندما تكون إزاحته 1.00 cm .
- طاقة الوضع عندما تكون إزاحة الجسم 3.00cm

(16) كتلة مقدارها (0.4)kg تتحرك حركة توافقية بسيطة بحيث تُمثَّل سرعتها بالمعادلة:

$$v = -24 \sin(10t)$$

وتقدر السرعة بوحدة (m/s) والأزمنة بالثانية والزوايا بالراديان، احسب:

- الزمن الدوري للحركة T.
- إزاحة الكتلة عندما $t = 0.5s$.
- الطاقة الميكانيكية (الكلية)

(17) موضع جسم يعطى بالعلاقة التالية خلال حركته حركة توافقية بسيطة:

$$x(t) = 4\cos(3\pi t + \pi)$$

$x = A\cos(\omega t + \phi)$

حيث x بالمتر والزمن t بالثانية. حدد :

- التردد والزمن الدوري للحركة
- سعة الحركة
- ثابت الطور
- موضع الجسم عند الزمن $t = 0.250s$

a) $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{3\pi} = 0.67S$

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.67} = 1.5\,HZ$

b) $A = 4\,m$

c) $\phi = \pi\ rad$

d) $x = 4\cos(3\pi \times 0.25 + \pi)$

$= 2\sqrt{2}$

$= 2.83\,m$

(18) في محرك السيارة يتحرك المكبس حركة توافقية بسيطة، فإذا كان المكبس يتحرك طبقاً للمعادلة التالية:

$$x(t) = 5\cos\left(2t + \frac{\pi}{6}\right)$$

$x = A\cos(\omega t + \phi)$

حيث x بالسنتيمتر والزمن t بالثانية. عند الزمن $t = 0$ اوجد:

$t = 0$

- موقع المكبس
- سرعة المكبس
- عجلة المكبس
- الزمن الدوري وسعة الحركة.

a) $x = 5\cos\left(2(0) + \frac{\pi}{6}\right)$

$= 4.33\ cm$

b) $V = -\omega A\sin(\omega t + \phi)$

$= -(2)(5)\sin\left(2(0) + \frac{\pi}{6}\right)$

$= -5\ cm/s$

c) $a = -\omega^2 A\cos(\omega t + \phi)$

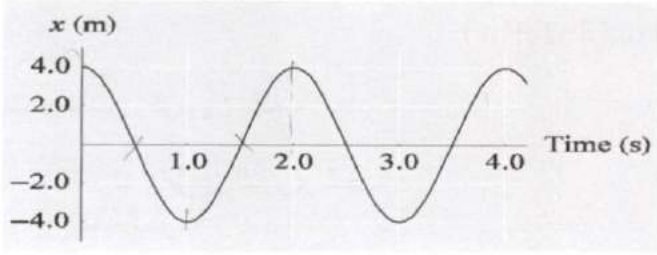
$= -(2)^2(5)\cos\left(2(0) + \frac{\pi}{6}\right)$

$= -17.32\ cm/s^2$

d) $T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{2} \Rightarrow T = 3.14S$

$A = 5\ cm$

(19) كرة متصلة بنابض ثابت القوة له يساوي $2.4\ Nm^{-1}$ تحرك النظام حركة توافقية بسيطة. الشكل التالي يوضح منحنى الإزاحة- الزمن للنظام.



أحسب:

- كتلة الكرة.
- مقدار القوة المطلوبة لإزاحة الكرة بمقدار 2m.
- الطاقة الكلية.

$K = 2.4\ N/m$

$T = 2S$

a) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$

$\sqrt{\frac{m}{K}} = \frac{T}{2\pi} \Rightarrow m = \left(\frac{2}{2\pi}\right)^2 (2.4)$

$\frac{m}{K} = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 \Rightarrow m = 0.24\ kg$

$m = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 \times K$

b) $F = -KX$

$\Rightarrow F = -(2.4)(2)$

$\Rightarrow F = -4.8\ N$

c) $E = \frac{1}{2}KA^2$

$= \frac{1}{2}(2.4)(4)^2$

$= 19.2\ J$

(20) جسيم يتحرك حركة توافقية بسيطة على المحور السيني، وتتغير عجلته مع الزمن وفقاً للمعادلة:

$$a = -20\pi^2 cos(4\pi t)$$

$a = -\omega^2 A\cos(\omega t)$

فإذا كانت الإزاحة تقدر بالمتر، والأزمنة بالثواني، والزوايا بالراديان.

احسب:

- سعة الحركة A
- السرعة العظمى v_{max}
- سرعة الجسيم عندما تصبح إزاحته 0.75m

a) $\omega = 4\pi$

$a = \omega^2 A$

$a = 16\pi^2(1.25)$

$a = 20\pi^2$

$\Rightarrow A = 1.25m$

b) $V_{max} = -\omega A$

$\Rightarrow V_{max} = -(4\pi)(1.25)$

$\Rightarrow V_{max} = -15.71\ m/s$

$x = 0.75m$

c)

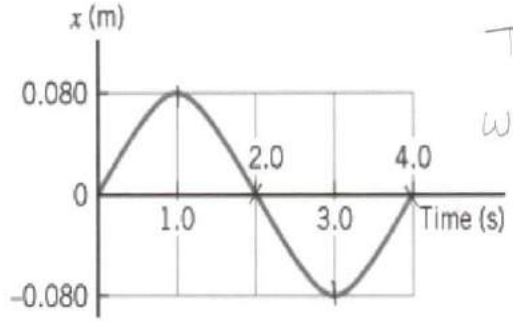
$V = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

$= 4\pi\sqrt{(1.25)^2 - (0.75)^2}$

$= 4\pi$

$= 12.57\ m/s$

(21) كتلة 0.80 kg متصلة بنابض يتحرك حركة توافقية بسيطة. الشكل التالي يوضح منحنى – الزمن للحركة.



أوجد:

- سعة الحركة.
- التردد الزاوي.
- سرعة الكتلة عند $t = 1.0$ s
- عجلة الكتلة عند $t = 1.0$s

$T = 4S$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 1.6$ rad/s

$m = 0.8$ kg

a) $A = 0.08$m

b) $V = -\omega A \sin(\omega t)$

$= -(1.6)(0.08)\sin((1.6)(1))$

$= -0.13$ m/s

c) $a = -\omega^2 A \cos(\omega t)$

$= -(1.6)^2(0.08)\cos((1.6)(1))$

$= 5.98 \times 10^{-3}$ m/s^2

(22) جسم كتلته 0.500 kg مُعلق في زنبرك ثابته $k = 8.00$N/m يتذبذب بحركة توافقية بسيطة بسعة مقدارها 10.0 cm احسب

- أقصى قيمة للسرعة والعجلة
- سرعة وعجلة الجسم عندما يكون الجسم على مسافة 6.00 cm من نقطة الاتزان
- الفترة الزمنية اللازمة للجسم ليتحرك من $x = 0$ إلى $x = 8.00$cm

$m = 0.5$ kg

$K = 8$ N/m

$A = 0.1$ m

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 1.57S$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 4$ rad/s

a) $V_{max} = \pm\omega A$

$= \pm\left(\frac{2\pi}{T}\right)A$

$= \pm\left(\frac{2\pi}{1.57}\right)(0.1)$

$= \pm 0.4$ m/s

$a_{max} = \pm\omega^2 A$

$= \pm\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 A$

$= \pm\left(\frac{2\pi}{1.57}\right)^2(0.1)$

$= \pm 1.6$ m/s^2

b) $V = \pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$

$= \pm 4\sqrt{(10\times10^{-2})^2 - (6\times10^{-2})^2}$

$= \pm 0.32$ m/S

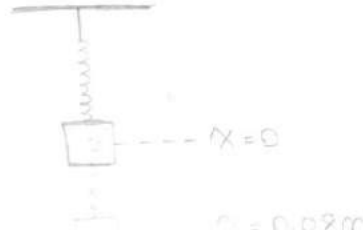
$a = -\omega^2 x$

$= -\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 x$

$= -\left(\frac{2\pi}{1.57}\right)^2(0.06)$

$= -0.96$ m/s^2

c)



$x = A\cos(\omega t)$

$\cos\omega t = \frac{x}{A} \Rightarrow \omega t = \cos^{-1}\left(\frac{x}{A}\right)$

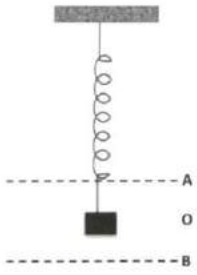
$\Rightarrow t = \frac{\cos^{-1}\left(\frac{x}{A}\right)}{\omega} = \frac{\cos^{-1}\left(\frac{x}{A}\right)}{\left(\frac{2\pi}{T}\right)}$

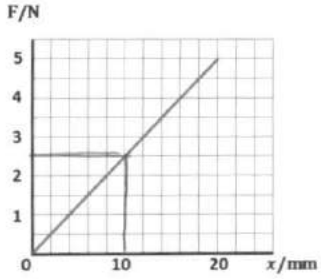
$\Rightarrow t = \frac{\cos^{-1}\left(\frac{0.02}{0.1}\right)}{\left(\frac{2\pi}{1.57}\right)}$

$\Rightarrow t = 0.161S$

(23) الشكل المبين أدناه يصف كتلة مقدارها 0.51 g معلقة في نهاية نابض. الشكل البياني يوضح العلاقة بين قوة الشد في النابض والاستطالة فيه.

$m = 5.1 \times 10^{-4}$ kg





$F = kx$

$k = \frac{F}{x}$ = slope

$k = \frac{2.5}{10} = 0.25$ N/m

أ. الكتلة في الحالة الحرة توجد عند النقطة (O) وتم التأثير عليها بقوة لتتحرك باهتزازة صغيرة بين النقطتين (A) و (B) ، استخدم الرموز (A) أو (B) أو (O) لإكمال الجمل التالية :

- تكون سرعة الكتلة قيمة قصوى عند النقطة ..O...
- تكون السرعة والعجلة في نفس الاتجاه عندما تتحرك الكتلة من النقطة .....B..... إلى النقطة .....O.....

ب. احسب الزمن الدوري للبندول. النابض

ت. ما هي تحولات الطاقة عند تحرك الكتلة من النقطة (B) إلى (O) ؟

ب - $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{5.1\times10^{-4}}{0.25}}$

$= 0.28$ s

ت - $E_k = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$

$E_p = \frac{1}{2}kx^2$

$E_p \Leftarrow x^2$ طردي مع

$\Leftarrow$ تقل

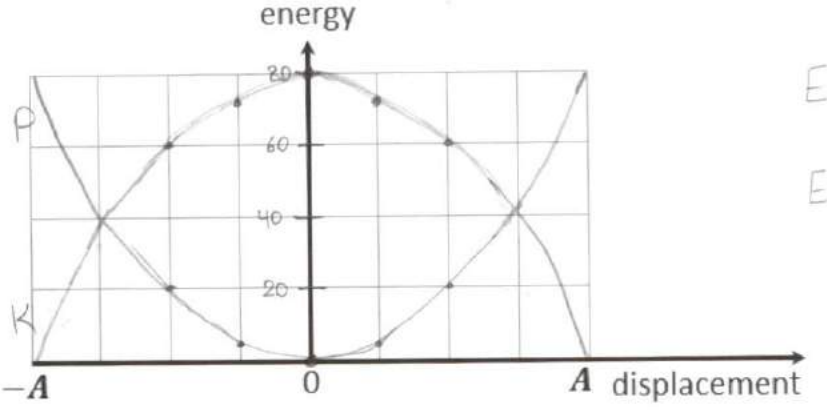
$E_k \Leftarrow x^2$ عكسي مع

$\Leftarrow$ تزداد

تحولات الطاقة: من طاقة وضع مرونية إلى طاقة حركية .

(24) أ. يتحرك بندول بسيط حركة توافقية بسيطة بسعة اهتزازة A. باستخدام الاحداثيات الموضحة في الشكل ارسم:

- منحنى يمثل التغير في طاقة الوضع للبندول بالنسبة للإزاحة وقم بتسمية المنحنى بالرمز P .
- منحنى يمثل التغير في طاقة الحركة للبندول بالنسبة للإزاحة وقم بتسمية المنحنى بالرمز K.



$E_P = \frac{1}{2} K x^2$

$E_K = \frac{1}{2} K (A^2 - x^2)$

ب. إذا كان طول خيط البندول 1.5 m ويهتز بسعة اهتزازة 0.042 m ، فإذا علمت أن قيمة عجلة الجاذبية : $9.8\ ms^{-2}$

$L = 1.5m$

$A = 0.042m$

$g = 9.8 m/s^2$

- احسب تردد البندول.

- احسب القيمة القصوى للعجلة التي يتحرك بها البندول.

a) $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{L}}$

$= \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{9.8}{1.5}}$

$= 0.41\ HZ$

$\omega = 2\pi f$

$= 2\pi(0.41)$

$= 2.576\ rad/s$

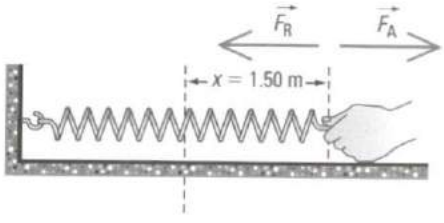
b) $a_{max} = \pm\omega^2 A$

$= \pm(2.576)^2(0.042)$

$= \pm 0.277\ m/s^2$

أسئلة إثرائية متنوعة

(1)نابض تم شده لمسافة 1.5 m من موضع اتزانه كما هو موضح بالشكل ، فإذا علمت أن ثابت النابض 30.0 N/m ، احسب قوة الإرجاع.



$F = -KX$

$= -(30)(1.5)$

$= -45\ N$

(2)ما مقدار الزاوية التي يجب أن يصنعها بندول بعيداً عن موضع اتزانه حتى يسبب قوة إرجاع قدرها 4.0 N إذا علمت أن كتلة كرة البندول 500.0 g ؟

$F = 4N$

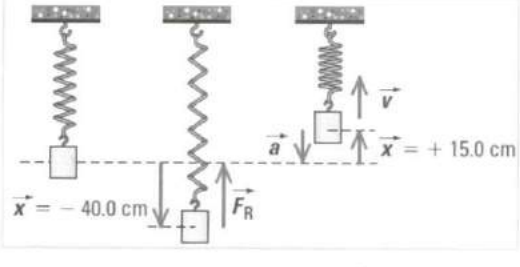
$m = 0.5kg$

$\theta = ?$

$F = F_g \sin\theta \Rightarrow \sin\theta = \frac{F}{F_g} \Rightarrow \theta = \sin^{-1}\left(\frac{F}{mg}\right)$

$\Rightarrow \theta = \sin^{-1}\left(\frac{4}{(0.5)(9.8)}\right) \Rightarrow \theta = 54.72°$

(3)نابض مثبت بسقف، ثابت النابض له 1.014 N/m ، معلق به كتلة قدرها 100.0 g ، تم سحب النابض لأسفل لمسافة 40.0 cm بعيداً عن موضع اتزانه ثم ترك ليهتز . احسب:



أ. العجلة التي تتحرك بها الكتلة عندما تكون على مسافة 15.0 cm بعيداً عن موضع اتزانه.

ب. السرعة القصوى للكتلة.

$m = 0.1\ kg$

$K = 1.014\ N/m$

$m = 0.1\ kg$

$A = 0.04m$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$

$T = 1.97S$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1.97}$

$\Rightarrow \omega = 3.2\ rad/s$

أ- $a = -\omega^2 X$

$= -(3.2)^2(0.15)$

$= -1.536\ m/s^2$

ب- $V_{max} = \pm\omega A$

$= \pm(3.2)(0.04)$

$= \pm 0.128\ m/s$

(4)قام أحد الطلاب بتعليق كتلة في نابض، ثابت النابض له 6.05 N/m ، فإذا كانت المسافة القصوى التي تقطعها الكتلة بعيداً عن نقطة الاتزان هي 81.7 cm وتصل سرعتها القصوى إلى 2.05 m/s ، احسب قيمة الكتلة.

$K = 6.05\ N/m$

$A = 0.817\ m$

$V_{max} = 2.05\ m/s$

$V_{max} = -\omega A$

$V_{max} = -\left(\frac{2\pi}{T}\right)A$

$V_{max} = -\left(\frac{2\pi}{2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}}\right)(A)$

$V_{max} = -\left(\sqrt{\frac{K}{m}}\right)(A)$

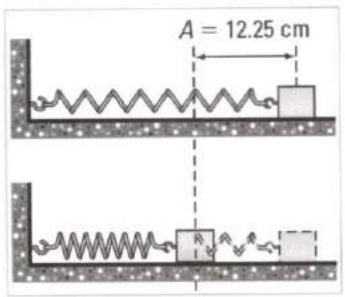
$\Rightarrow \frac{-V_{max}}{A} = \sqrt{\frac{K}{m}}$

$\Rightarrow \frac{K}{m} = \left(\frac{-V_{max}}{A}\right)^2$

$\Rightarrow m = \frac{K}{\left(\frac{V_{max}}{A}\right)^2}$

$\Rightarrow m = 0.961\ kg$

(5)ما قيمة الزمن الدوري لنظام نابض – كتلة والذي يهتز بسعة اهتزازة قدرها 12.25 cm وتبلغ سرعته القصوى 5.13 m/s ، إذا علمت أن ثابت النابض 5.03 N/m .



$A = 0.1225\ m$

$V_{max} = 5.13\ m/s$

$K = 5.03\ N/m$

$V_{max} = -\omega A$

$V_{max} = -\left(\frac{2\pi}{T}\right)A$

$V_{max} = -\left(\frac{2\pi}{2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}}\right)A$

$\sqrt{\frac{K}{m}} = \frac{-V_{max}}{A}$

$\Rightarrow \frac{K}{m} = \left(\frac{-V_{max}}{A}\right)^2$

$\Rightarrow m = \frac{K}{\left(\frac{-V_{max}}{A}\right)^2} = 2.87 \times 10^{-3}\ kg$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{2.87\times10^{-3}}{5.03}}$

$\Rightarrow T = 0.15\ S$

(6)يتحرك بندول بزمن دوري 5.00 s على سطح القمر ، فإذا علمت أن شدة مجال الجاذبية للقمر 1.62 N/kg ، فما طول خيط البندول؟

$T = 5\ S$

$g = 1.62\ m/S^2$

$L = ?$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\sqrt{\frac{L}{g}} = \frac{T}{2\pi}$

$\frac{L}{g} = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2$

$L = \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 g$

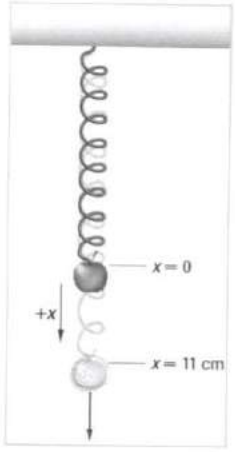
$\Rightarrow L = \left(\frac{5}{2\pi}\right)^2 (1.62)$

$\Rightarrow L = 1.03\ m$

$m = 0.1\ kg$

$K = 9.6\ N/m$

$A = 0.11\ m$



(7)تفاحة كتلتها 0.10 kg معلقة في نابض قيمة الثابت له 9.6 N/m ، تركت التفاحة لتتحرك بحرية لأسفل فسحبت النابض لمسافة 11 cm . احسب الطاقة المخزنة بالنابض بسبب سقوط التفاحة.

$E = \frac{1}{2} KA^2 = \frac{1}{2}(9.6)(0.11)^2$

$\Rightarrow E = 0.058\ J$

(8)أذكر تأثير تغير العوامل التالية على الزمن الدوري لنظام نابض – كتلة :

أ. سعة الاهتزازة.

ب. ثابت النابض.

ت. قيمة الكتلة.

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$

أ- لا تؤثر

ب - علاقة عكسية [مع مقلوب جذر الثابت $\left(T \propto \frac{1}{\sqrt{K}}\right)$]

ت - علاقة طردية [مع جذر الكتلة $\left(T \propto \sqrt{m}\right)$]

(9)أذكر تأثير تغير العوامل التالية على الزمن الدوري للبندول:

أ. سعة الاهتزازة.

ب. شدة مجال الجاذبية.

ت. كتلة البندول.

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

أ- لا تؤثر

ب - $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$ (تناسب عكسي)

ت - لا تؤثر

(10) صف موضع نظام نابض – كتلة والبندول عندما تكون:
أ. العجلة قيمة عظمى.
ب. السرعة قيمة عظمى.
ت. قيمة قوة الإرجاع قيمة عظمى.

أ- عند $x = A$ (أقصى إزاحة)

ب - عند $x = 0$ (موضع الاتزان)

ت - عند $x = A$ (أقصى إزاحة) $F = -Kx \Rightarrow F_{max} = -KA$

(11) ما المقصود بالاهتزازات القسرية؟

* اهتزاز الجسم تحت تأثير قوة خارجية تزود الجسم بالطاقة وباستمرار

(12) اشرح ماذا يحدث عند التأثير بقوة على جسم يهتز بنفس التردد.

* تزداد سعة الاهتزاز ويحدث رنين

(13) ما المقصود بالتخامد؟ وضح بمثال.

*تناقص سعة الاهتزاز وتناقص طاقة الاهتزاز الجسم بسبب القوى المعيقة للاهتزاز

(14) تم سؤال بعض الطلاب لإيجاد طريقة لتخامد بندول يهتز. التالي هي قائمة باقتراحات الطلاب. حدد من القائمة ما مناسب وما هو غير مناسب وحدد سبب اختيار إجابتك:

أ. التأثير بقوة يختلف ترددها عن التردد الرنيني للبندول.

ب. وضع البندول بالماء.

ت. زيادة كتلة البندول.

ث. تحريك البندول لارتفاع أكبر.

أ- تخامد لأن سعة الاهتزازة تقل ويفقد البندول طاقته

ب- تخامد بسبب مقاومة الماء فتقل طاقة البندول.

ت- لا يتأثر

ث- لا يتأثر

(15) أ. ما المقصود بتردد الجسم المهتز؟

ب. ما الفرق بين إزاحة الجسم المهتز وسعة الاهتزازة للجسم المهتز؟

ت. أربعة أشخاص كتلتهم 320 kg ركبوا سيارة فلوحظ أن نوابض السيارة انضغطت لمسافة 50 mm . فإذا علمت أن كتلة السيارة بمن فيها من الركاب 1200 kg ، احسب الزمن الدوري لاهتزاز السيارة.

أ- عدد الدورات في كل ثانية

$f = HZ = rps$

ب -

السعة ← اقصى ازاحة يمكن للجسم ان يصل اليها بعيدًا عن موضع الاتزان.

ازاحة الجسم ← أي بعد للجسم من موضع الاتزان

ت -

$m_p = 320kg$

$x = 0.05m$

$m_p + m_c = 1200kg$

$K = \frac{F}{x} = \frac{mg}{x}$

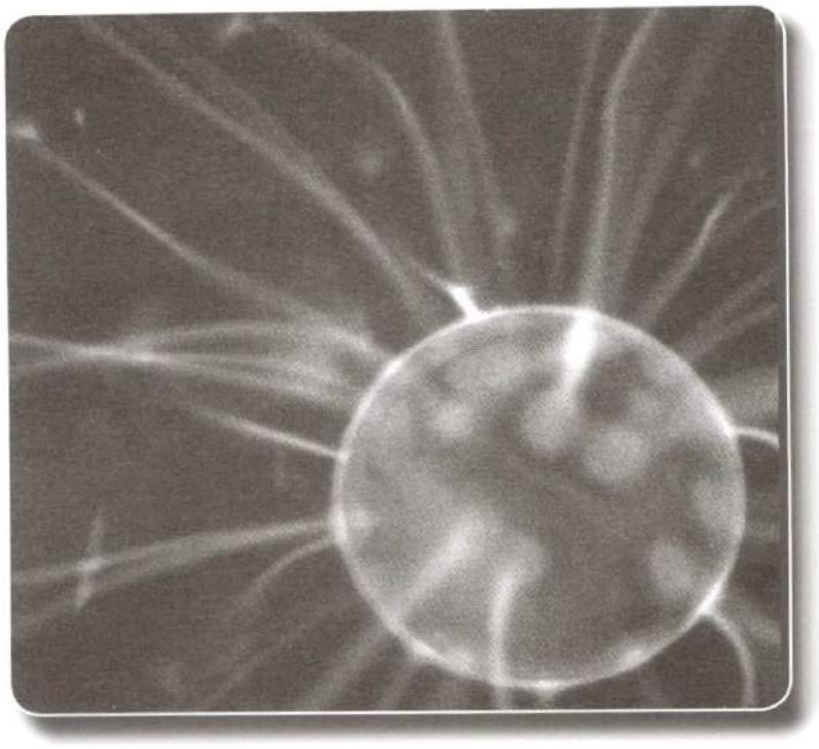
$K = \frac{(320)(9.8)}{4 \times (0.05)}$

$K = 1.568 \times 10^4 \ N/m$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{(1200)}{(1.568 \times 10^4)}}$

$= 1.74 \ s$



القوى الكهروستاتيكية

تدريبات الوحدة

أولاً : اختيار من متعدد

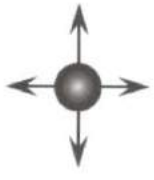
(1) ما هي المنطقة المحيطة بالشحنة الكهربية ويظهر بها آثار قوتها الكهربية؟

- الفيض المغناطيسي.
- كثافة الفيض المغناطيسي.
- المجال الكهربي لشحنة.
- فرق الجهد الكهربي.

(2) ما أهم خصائص المجال الكهربي المنتظم؟

- خطوط المجال تكون متوازية.
- خطوط المجال تكون متعامدة.
- خطوط المجال تكون متقاطعة.
- خطوط المجال تكون متباعدة.

(3) من خلال الشكل، ما هي حالة الجسم؟



- مشحون بشحنة موجبة.
- مشحون بشحنة سالبة.
- متعادل الشحنة.
- جميع الإجابات ممكنة.

(4) في السؤال السابق، إذا تم وضع شحنة سالبة بالقرب من الجسم الموضح بالشكل، ما هو اتجاه حركة الشحنة السالبة؟

- في نفس اتجاه خطوط المجال.
- عكس اتجاه خطوط المجال.
- متعامدة على اتجاه خطوط المجال.
- بشكل دائري حول الجسم.

(5) ما هي وحدة قياس شدة المجال الكهربي؟

- F/q
- N/C
- C/N
- q/F

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

(6) ماذا نعني بقولنا أن القوة المؤثرة على شحنة مقدارها $9 \times 10^{-11}C$ تساوي $5 \times 10^{-3}N$ ؟

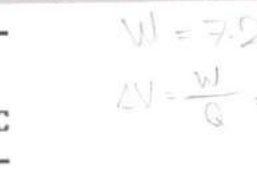
- أن هناك فرق جهد قدره $4.5 \times 10^{-13}V$.
- أن هناك فرق جهد قدره $5.5 \times 10^{7}V$
- أن هناك مجال شدته $5.5 \times 10^{7}N/C$
- أن هناك مجال شدته $1.8 \times 10^{-8}N/C$

$Q = 9 \times 10^{-11}C$

$F = 5 \times 10^{-3}N$

$E = \frac{5 \times 10^{-3}}{9 \times 10^{-11}} = 5.56 \times 10^{6}\ N/C$

(7) الشكل الموضح يمثل شحنة بين لوحين مشحونين فإذا كان الشغل اللازم لنقل تلك الشحنة من موضعها الحالي إلى النقطة (A) يساوي 7.2×10^{-4}J ما هو فرق الجهد بين النقطتين؟



- 12V
- 1.2×10^{-4}V
- 0.083V
- 8.3×10^{6}V

(8) لوحين مشحونين فرق الجهد بينهما 12V والمسافة بينهما 2×10^{-6} m فكم تكون قيمة شدة المجال الكهربي بين اللوحين؟

- 1.6×10^{-7}V/m
- 4×10^{3}V/m
- 2.9V/m
- 6×10^{6}V/m

(9) شحنتان متماثلتان قيمة كل منهما 30μC ، تبعدان بعضهما عن بعض مسافة 4 cm .ما قيمة المجال الكهربي عن نقطة الوسط بينهما ؟

- 4.5×10^{7} N/C
- 2.3×10^{7} N/C
- 5×10^{6} N/C
- 0

(10) بعد إبعاد شحنتين بعضهما عن بعض من مسافة 2 cm إلى 10 cm ، بأي مقدار تتغير القوة الكهربية بينهما؟

- 5
- 25
- $\frac{1}{5}$
- $\frac{1}{25}$

(11) أطلق جسيم ألفا شحنته (2e) بسرعة عالية باتجاه نواة ذهب شحنتها (79e) ، ما القوة الكهربية المؤثرة في جسيم ألفا عندما يصبح على مسافة (2×10^{-14}m) من نواة الذهب ؟

$(e = 1.6 \times 10^{-19}\text{C} \quad ، \quad k = 9 \times 10^{9}\text{N.m}^2\text{.C}^{-2})$

- 91 N
- 0.91 N
- 9.1×10^{-4} N
- 9.1×10^{-6} N

(12) في مولد فان دي جراف كانت الشحنة في مركز القبة المعدنية $15\mu C$ ، فما قيمة شدة المجال الكهربي على سطح القبة إذا علمت أن نصف قطرها يساوي $20cm$.

- (-) $3.37 \times 10^{6}\ V.m^{-1}$.
- $300\ V.m^{-1}$
- $3.37 \times 10^{8}\ V.m^{-1}$
- $3.35 \times 10^{-4}\ V.m^{-1}$

(13) شحنتان $-4nC$ و $+2nC$ تقعان على مسافة $6\ cm$ من بعضهما البعض ، ما قيمة محصلة شدة المجال في منتصف المسافة بين الشحنتين؟

- $36\ N/C$
- $2\times10^{4}\ N/C$
- $1.6 \times 10^{-10}\ N/C$
- (-) $6 \times 10^{4}\ N/C$

(14) ماذا نعني بقولنا أن الشغل المبذول لنقل شحنة قدرها $5\mu C$ من نقطة إلى نقطة أخرى يساوي $35 \times 10^{-6}J$ ؟

- أن شدة المجال في منتصف المسافة بين النقطتين $7\ N/C$.
- أن القوة المطلوبة لنقل تلك الشحنة بين النقطتين $175 \times 10^{-6}N$.
- (-) أن فرق الجهد بين النقطتين $7\ V$.
- أن فرق الجهد بين النقطتين $175\ V$.

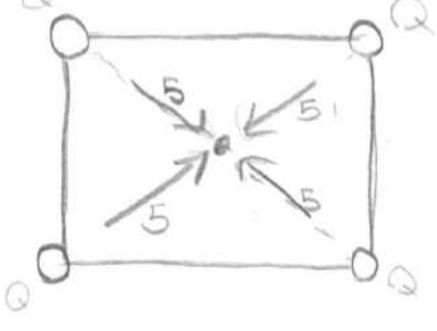
(15) ماذا نعني بقولنا أن فرق الجهد بين لوحين مشحونين يساوي $12V$؟

- أن الشغل المطلوب لنقل شحنة قدرها $2C$ بين اللوحين يساوي $24J$.
- أن الشغل المطلوب لنقل شحنة قدرها $1C$بين اللوحين يساوي $12J$.
- أن الشغل المطلوب لنقل شحنة قدرها $3C$ بين اللوحين يساوي $36J$.
- (-) جميع الإجابات ممكنة.

(16) ما قيمة الجهد الكهربي على مسافة $5cm$ من شحنة قدرها $2\mu C$؟

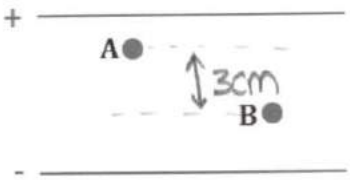
- (-) $3.6 \times 10^{5}V$
- $10^{-6}V$
- $0.2V$
- $2.5 \times 10^{-7}V$

(17) أربع شحنات متماثلة قيمة الشحنة $+12nC$ تقع على زوايا مربع طول قطره $10cm$ ، ما قيمة الجهد الكهربي عند مركز المربع؟



- $1.2 \times 10^{-9}V$
- (-) $8.64 \times 10^{3}V$
- $120V$
- $8.3 \times 10^{-10}V$

(18) في الشكل المقابل ، أجب عن الأسئلة الثلاث الآتية :



ما علاقة طاقة الوضع الكهربائية لكل شحنة من الشحنات الموضحة؟

- (A) > (B)
- (B) > (A)
- (A) = (B)
- علاقة طردية

إذا كانت شدة المجال بين اللوحين 8000 V/m وكانت المسافة الرأسية بين النقطيتن 3 cm ، ما مقدار فرق الجهد بين النقطتين (A) ، (B) ؟

$E = 8000\ V/m$ $V = Ed$

$= (8000)(3\times10^{-2})$

$= 240\ V$

- 2.6×10^5 V .
- 24000 V
- 240 V
- 12 V

ما مقدار الشغل اللازم لنقل شحنة قدرها 3μC بين تلك النقطتان؟

$V = \frac{W}{Q}$ $W = (240)(3\times10^{-6})$

$W = VQ$ $= 7.2\times10^{-4}\ J$

- 8×10^7 J
- 1.2×10^{-8} J
- 7.2×10^4 J
- 7.2×10^{-4} J

(19) ما هي وظيفة المكثف في الدوائر الكهربية؟

- زيادة المقاومة الكلية للدائرة.
- زيادة القوة الدافعة الكهربية للبطارية.
- تخزين الشحنات الكهربية.
- التخلص من الشحنات الكهربية الزائدة.

(20) ما عدد أطراف المكثف؟

- طرف واحد.
- طرفان.
- ثلاثة أطراف.
- أطراف عديدة يختلف عددها من مكثف لآخر.

(21) ما هي وحدة قياس سعة المكثف؟

- فاراد.
- أمبير.
- فولت.
- كولوم.

$C \rightarrow F$

$Q \rightarrow C$

$V \longrightarrow V$

(22) أي القيم التالية تعادل النانوفاراد؟

- $10^{-3}F$
- $10^{-6}F$
- (-) $10^{-9}F$
- $10^{-12}F$

(23) ما هي وحدة القياس المكافئة للفاراد؟

$C = \frac{Q}{V} = \frac{C}{V}$

- PF
- (-) C/V
- V/C
- V/A

(24) مم يتركب المكثف الكهربي؟

- (-) موصلان بينهما عازل.
- عازلين بينهما موصل.
- موصلان بينهما موصل.
- عازلين بينهما عازل.

(25) تم شحن مكثف بشحنة مقدارها 3.2×10^{-6} كولوم ، باستخدام بطارية قوتها الدافعة الكهربية 12V. ما قيمة سعة المكثف؟

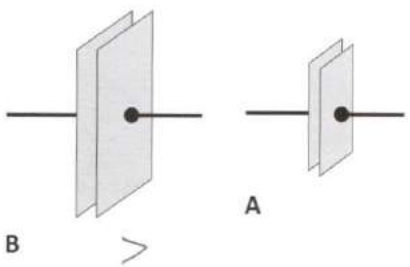
$Q = 3.2 \times 10^{-6} C$

$V = 12V$

$C = \frac{Q}{V} = \frac{3.2}{12} = 0.267\ \mu F$

- $38.4\mu F$
- (-) $0.26\mu F$
- $38.4nF$
- $2.6nF$

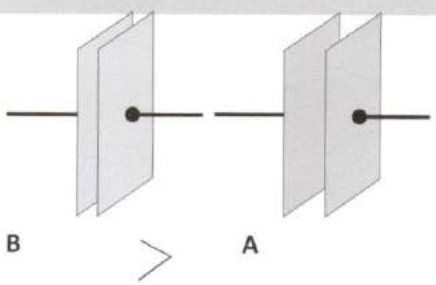
(26) الشكل التالي يوضح مخططين لمكثفين ، ما العلاقة بين سعة المكثفين؟



- سعة المكثف A أكبر من سعة المكثف B
- (-) سعة المكثف A أقل من سعة المكثف B
- سعة المكثف A تساوي سعة المكثف B
- علاقة عكسية

$A \propto C$

(27) الشكل التالي يوضح مخططين لمكثفين ، ما العلاقة بين سعة المكثفين؟



- سعة المكثف A أكبر من سعة المكثف B
- (-) سعة المكثف A أقل من سعة المكثف B
- سعة المكثف A تساوي سعة المكثف B
- لا يمكن المقارنة بسبب اختلاف التركيب

$C \propto \frac{1}{d}$

$C = \frac{Q}{V}$

(28) مكثف سعته $0.75\mu F$ تم توصيله ببطارية $12V$ ما قيمة الشحنة المتكونة على المكثف؟

$C = 0.75\,\mu F$

$V = 12\,V$

$Q = CV$

$= (0.75)(12) = 9\,\mu C$

- $9 \times 10^{-6} C$
- $9C$
- $16 \times 10^{-6} C$
- $0.06 \times 10^{-6} C$

(29) لوحي مكثف مساحة كل منهما $1.5 \times 10^{-2} m^2$ يفصلهما هواء والمسافة بينهما $2mm$ ، ما هي سعة المكثف؟ $(\epsilon_\circ = 8.85 \times 10^{-12}\ Fm^{-1})$

$A = 1.5 \times 10^{-2}\ m^2$

$d = 2 \times 10^{-3}\ m$

$\epsilon_\circ = 8.85 \times 10^{-12}\ F/m$

$C = \frac{\epsilon A}{d} = \frac{(8.85 \times 10^{-12})(1.5 \times 10^{-2})}{(2 \times 10^{-3})}$

$= 6.6 \times 10^{-11}\ F$

- $6.64nF$
- $66.4nF$
- $6.64pF$
- $66.4pF$

(30) في السؤال السابق ، ما قيمة الشحنة على المكثف إذا تم توصيله بمصدر فرق جهد $2500V$ ؟

$Q = CV = (6.6 \times 10^{-11})(2500) = 1.66 \times 10^{-7}\ C$

$C = 6.6 \times 10^{-11}\ F$

$V = 2500\,V$

- $1.66 \times 10^{-4}\ C$
- $16.6 \times 10^{-7}\ C$
- $1.66 \times 10^{-7}\ C$
- $16.6 \times 10^{-4}\ C$

(31) الرمز التالي يعبر عن ...

- مكثف متغير.
- مكثف ثابت.
- مكثف لا يمكن تعديل سعته.
- لا يوجد إجابة صحيحة.

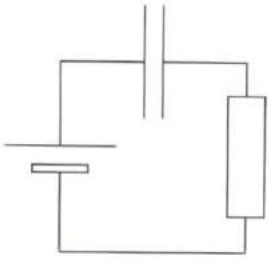
(32) ما سبب تسمية مكثف الميكا بهذا الاسم؟

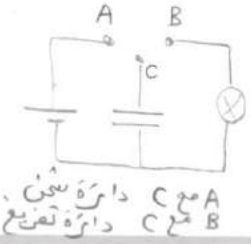
- المادة العازلة بين اللوحين هي الميكا.
- لأن وحدة قياسه هي الميكروفاراد.
- لأنه يثبت في الدوائر الكهربية على ألواح من الميكا.
- لأن ألواحه مصنعه من مادة الميكا.

(33) فيم تستخدم المكثفات ذات سعة التخزين الكبيرة ؟

- في دوائر التنعيم.
- في دائرة الهوائي للتليفزيون أو المذياع.
- في فلاش الكاميرات.
- في لعب الأطفال.

(34) بناءً على الشكل التخطيطي الموضح ، ما نوع الدائرة الموضحة بالشكل؟



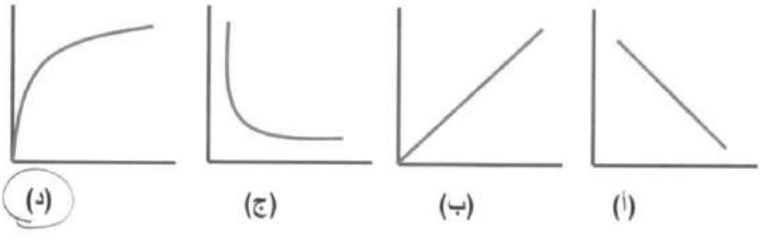


- دائرة تفريغ مكثف.
- دائرة شحن مكثف. لوجود البطارية
- دائرة الحِمل.
- دائرة التنعيم.

(35) في الدائرة السابقة ، ما سبب وجود مقاومة في الدائرة؟

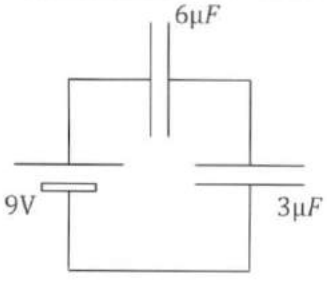
- منع التيار من المرور بالدائرة.
- زيادة الوقت اللازم لشحن المكثف.
- منع التيار العكسي المتولد من المكثف.
- للتحكم في فرق الجهد بين طرفي المكثف.

(36) أي الأشكال البيانية التالية تمثل قيمة الشحنة الكهربية مقابل الزمن أثناء عملية شحن مكثف في دائرة تحتوي على مقاومة؟



(د) (ج) (ب) (أ)

(37) بناءً على الدائرة الموضحة ، أجب عن السؤالين الآتيين:



ما قيمة السعة المكافئة للمكثفات؟

$$C = \frac{1}{\frac{1}{3} + \frac{1}{6}}$$

$$= 2\mu F$$

- $9F$
- $9\mu F$
- $6\mu F$
- $2\mu F$

بعد تمام شحن المكثفات ، ما قيمة الطاقة المخزنة عليها؟

$$W = \frac{1}{2} C_T V^2$$

$$= \frac{1}{2}(2)(9)^2$$

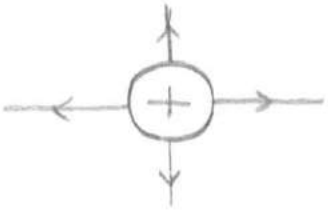
$$= 81\,\mu J$$

- $81\mu J$
- $18\mu J$
- $54J$
- $18J$

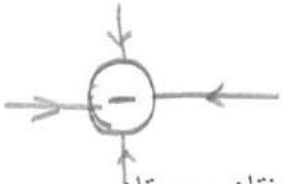
ثانياً : أسئلة متنوعة

1. وضح بالرسم خطوط المجال الكهربي حول الشحنات التالية:

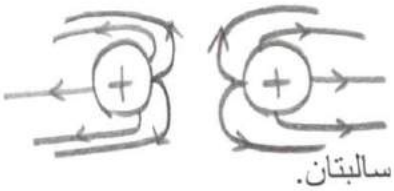
أ- شحنة موجبة.



ب- شحنة سالبة.



ت- شحنتان موجبتان.



ث- شحنتان سالبتان.

ج- شحنة سالبة وأخرى موجبة.

2. وضح العلاقة بين خطوط المجال الكهربي وشدة المجال الكهربي.

كلما زادت كثافة الخطوط زادت شدة المجال
(علاقة طردية)

3. ما الفرق بين القوة الكهربية والمجال الكهربي؟

$F_E = \frac{KQ_1Q_2}{r^2}$ $\quad E = \frac{KQ}{r^2}$

* القوة المتبادلة بين الشحنات الكهربائية *

4. عند الحديث عن لوحين مشحونين بشحنات مختلفة، ما هو اتجاه المجال الكهربي بينهما؟

من الشحنة الموجبة الى الشحنة السالبة

5. وضح كيف يتأثر المجال الكهربي عند نقطة إذا:

أ- نقصت قيمة الشحنة المنتجة للمجال إلى النصف.

$E = \frac{KQ}{r^2}$ $E = \frac{K(\frac{1}{2}Q)}{r^2} = \frac{1}{2}\frac{KQ}{r^2}$ يقل الى النصف

ب- تغيرت إشارة الشحنة المنتجة للمجال.

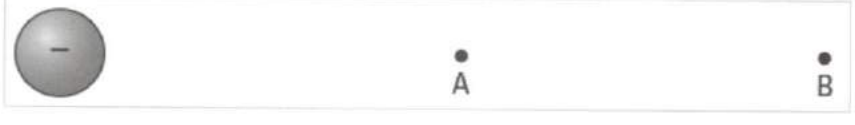
ينعكس اتجاه المجال

ت- نقصت قيمة الشحنة الاختبارية التي تقع في هذا المجال إلى النصف.

لا تتأثر

6. وضح الفرق بين الجهد الكهربي وطاقة الوضع الكهربية؟

7. قارن بين طاقة الوضع الكهربية لشحنة اختبارية موجبة عند وضعها في المواضع A و B كما هو موضح بالشكل:



كلما ابتعدنا عن الشحنة السالبة تزداد طاقة الوضع

8. احسب القوة الكهروستاتيكية المؤثرة بين إلكترونين موضوعين في الفراغ تفصل بينهما مسافة $3.5\times10^{-14}m$.

$F = \frac{KQ^2}{r^2}$

$= \frac{(9\times10^9)(1.6\times10^{-19})^2}{(3.5\times10^{-14})^2}$

$= 0.188\ N$

9. أوجد قوة التنافر بين نواتي الهليوم والنيون بينهما مسافة $3\times10^{-9}m$. الشحنة على نواة الهليوم 2e+ و نواة النيون 10e+، وإن المجموعة موجودة في الفراغ.

$Q_1 = 2e$

$Q_2 = 10e$

$K = 9\times10^9\ N.m^2/C^2$

$F_E = \frac{KQ_1Q_2}{r^2}$

$= \frac{(9\times10^9)(2e)(10e)}{(3\times10^{-9})^2} = 5.12\times10^{-10}\ N$

10. في نموذج بور لذرة الهيدروجين، إذا كان نصف قطر مدارها الذري يساوي $5.3\times10^{-11}m$ أوجد : النسبة بين قوة التجاذب الكهروستاتيكية وقوة التجاذب الكتلي بين بروتون وإلكترون ذرة الهيدروجين.

$r = 5.3\times10^{-11}m$

$q_e = q_p = e = 1.6\times10^{-19}C$

$m_e = 9.11\times10^{-31}\ kg$

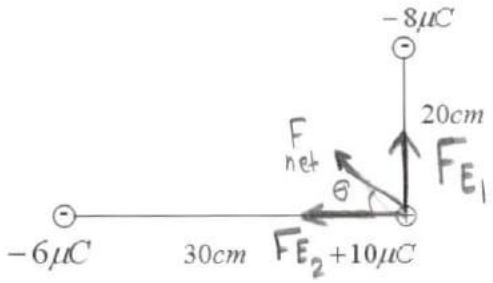
$m_p = 1.67\times10^{-27}\ kg$

$\frac{F_E}{F_g} = \frac{\frac{KQ_1Q_2}{r^2}}{\frac{GM_1M_2}{r^2}} = \frac{KQ_1Q_2}{GM_1M_2}$

$= \frac{Ke^2}{G(m_e)(m_p)} = \frac{9\times10^9\times(1.6\times10^{-19})^2}{(6.67\times10^{-11})(9.11\times10^{-31})(1.67\times10^{-27})}$

$\frac{F_E}{F_g} = 2.3\times10^{39}$

11. أوجد القوة المحصلة المؤثرة على الشحنة $+10\mu C$ في الشكل التالي



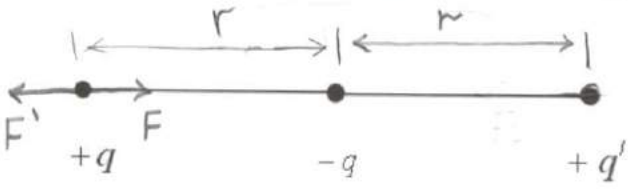
$F_{E1} = \frac{KQ_1Q_2}{r_1^2} = \frac{(9\times10^9)(10\times10^{-6})(8\times10^{-6})}{(20\times10^{-2})^2} = 18\ N$

$F_{E2} = \frac{KQ_1Q_3}{r_2^2} = \frac{(9\times10^9)(10\times10^{-6})(6\times10^{-6})}{(30\times10^{-2})^2} = 6\ N$

$F_T = \sqrt{F_{E1}^2 + F_{E2}^2} \Rightarrow F_{net} = \sqrt{18^2+6^2} \Rightarrow F_{net} \approx 19\ N$

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_{E1}}{F_{E2}}\right) \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{18}{6}\right) \Rightarrow \theta \approx 71.6^\circ$

12. وُضِعت ثلاث شحنات نقطية على مسافات متساوية كما في الشكل، ما مقدار الشحنة $+q'$ لكي تكون محصلة القوى على الشحنة q صفراً.



$$F_{net}=0 \Rightarrow F-F'=0 \Rightarrow F=F'$$

$$\frac{kqq}{r^2}=\frac{kqq'}{(2r)^2} \Rightarrow \frac{q}{r^2}=\frac{q'}{4r^2}$$

$$q'=4q$$

13. موصلان كرويان متماثلان، شُحنا بشحنتين مقدارهما $5\times10^{-18}C$ و $6\times10^{-18}C$ ووضِعا بحيث كانت المسافة بينهما 0.2m. فإذا تغيرت هذه المسافة إلى 0.5m فما هي النسبة بين قيمة القوة الكهربائية المؤثرة بين الكرتين في الموضع الأول إلى قيمتها في الموضع الثاني.

$Q_1=5\times10^{-18}C$

$Q_2=6\times10^{-18}C$

$r_1=0.2m$

$r_2=0.5m$

$$\frac{F_1}{F_2}=\frac{\frac{kQ_1Q_2}{r_1^2}}{\frac{kQ_1Q_2}{r_2^2}}$$

$$\frac{F_1}{F_2}=\frac{1}{r_1^2}\div\frac{1}{r_2^2}=\frac{r_2^2}{r_1^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2}=\frac{0.5^2}{0.2^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2}=\frac{25}{4}$$

14. كرتان معدنيتان صغيرتان متماثلتان شحنتاهما $3nC+$ و $12nC-$ وتفصلهما مسافة 3cm ، احسب قوة التجاذب بينهما. والآن إذا تلامست الكرتان ثم فصلتا إلى المسافة نفسها، فكم تصبح القوة بينهما؟

$Q_1=3\times10^{-9}C$

$Q_2=-12\times10^{-9}C$

$r=3\times10^{-2}m$

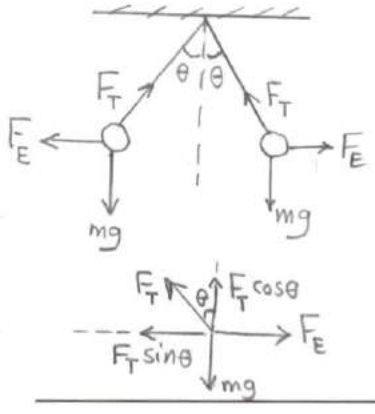
$K=9\times10^9$

$$F_E=\frac{kQ_1Q_2}{r^2}$$

$$=\frac{(9\times10^9)(3\times10^{-9})(12\times10^{-9})}{(3\times10^{-2})^2}$$

$$=3.6\times10^{-4}\ N$$

من الشكل المجاور: أثبت أنّ $\tan\theta=\frac{kq^2}{mgr^2}$



$$F_{net(x)}=0 \Rightarrow F_E-F_T\sin\theta=0 \Rightarrow F_T\sin\theta=F_E$$

$$F_{net(y)}=0 \Rightarrow F_T\cos\theta-mg=0 \Rightarrow F_T\cos\theta=mg$$

$$\frac{F_T\sin\theta}{F_T\cos\theta}=\frac{F_E}{mg} \Rightarrow \tan\theta=\frac{kq^2}{mgr^2}$$

15. موصلان كرويان معزولان (a ، b) نصفي قطريهما cm (3 ، 1.5) على الترتيب ، (a) يحمل شحنة موجبة مقدارها $(6\mu C)$ ، (b) يحمل شحنة سالبة مقدارها $(-12\mu C)$ فإذا وضِعا في الهواء بحيث كانت المسافة بين أوجهها المتقابلة (7.5 cm) ... أحسب .

أ- القوة الكهروستاتيكية المتبادلة بين شحنتي الموصلين .

ب- شدة المجال الكهربائي الناتج عن شحنتي الموصلين عند نقطة تقع في منتصف المسافة بين مركزيهما (مع توضيح الاتجاه على الرسم).

ج- القوة التي يتأثر بها إلكترون وعجلة تحركه عند تلك النقطة علماً بأن

$(m_e = 9.1 \times 10^{-31} kg,\ q_e = 1.6 \times 10^{-19} c)$

$R_a = 1.5\times10^{-2}\ m$

$R_b = 3\times10^{-2}\ m$

$Q_a = 6\times10^{-6}\ C$

$Q_b = -12\times10^{-6}\ C$

$d = 7.5\times10^{-2}\ m$

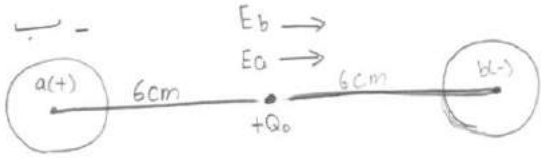
أ-

$$F_E = \frac{K Q_a Q_b}{d^2}$$

$$= \frac{(9\times10^9)(6\times10^{-6})(12\times10^{-6})}{(7.5\times10^{-2})^2}$$

$$= 115.2\ N$$

ب -



$$E_a = \frac{K\ Q_a}{(6\times10^{-2})^2} = \frac{(9\times10^9)(6\times10^{-6})}{(6\times10^{-2})^2}$$

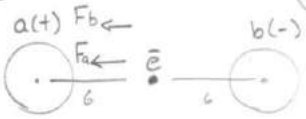
$$= 0.9\times10^6\ N/C$$

$$E_b = \frac{KQ_b}{(6\times10^{-2})^2} = \frac{(9\times10^9)(12\times10^{-6})}{(6\times10^{-2})^2}$$

$$= 1.8\times10^6\ N/C$$

$$E_T = E_A + E_B = 0.9\times10^6 + 1.8\times10^6 = 2.7\times10^6\ N/C$$

ج -



$$F_a = \frac{KQ_aQ_e}{r^2} = \frac{(9\times10^9)(6\times10^{-6})(1.6\times10^{-19})}{(6\times10^{-2})^2} = 2.4\times10^{-12}\ N$$

$$F_b = \frac{KQ_bQ_e}{r^2} = \frac{(9\times10^9)(12\times10^{-6})(1.6\times10^{-19})}{(6\times10^{-2})^2} = 4.8\times10^{-12}\ N$$

$$F_T = F_a + F_b = 7.2\times10^{-12}\ N$$

$$a = \frac{F}{m_e} = \frac{7.2\times10^{-12}}{9.1\times10^{-31}} = 7.9\times10^{18}\ m/s^2$$

16. موصل كروي نصف قطره cm (3) وجهده المطلق (45 v)
(فإذا علمت أن $K = 9\times10^9\ N.m^2/C^2$) أحسب شحنة الموصل.

$R = 3\times10^{-2}\ m$

$V = 45V$

$k = 9\times10^9\ N.m^2/c^2$

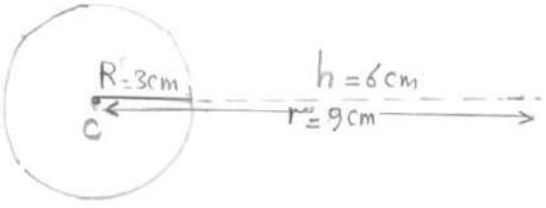
$$V = \frac{KQ}{R} \Rightarrow Q = \frac{VR}{K}$$

$$Q = \frac{45\times3\times10^{-2}}{9\times10^9} \Rightarrow Q = 1.5\times10^{-10}\ C$$

17. موصل كروي مشحون ومعزول كمية شحنته ($9 \times 10^{-8}C$) ، نصف قطره (3) cm أحسب :

أ. شدة المجال عند نقطة (a) تبعد (6) cm عن السطح الخارجي للموصل .

ب. الجهد المطلق للموصل.



أ) $E = \frac{kQ}{r^2} \Rightarrow E = \frac{9\times10^{9}\times9\times10^{-8}}{(9\times10^{-2})^2} \Rightarrow E = 1\times10^{5}\ N/C$

ب) $V = \frac{kQ}{R} \Rightarrow V = \frac{9\times10^{9}\times9\times10^{-8}}{3\times10^{-2}} = 2.7\times10^{4}\ V$

18. احسب مقدار الشحنة الكهربائية التي يكسبها مكثف سعته الكهربائية 3 ميكروفاراد لكي يصبح جهده 150 فولت .

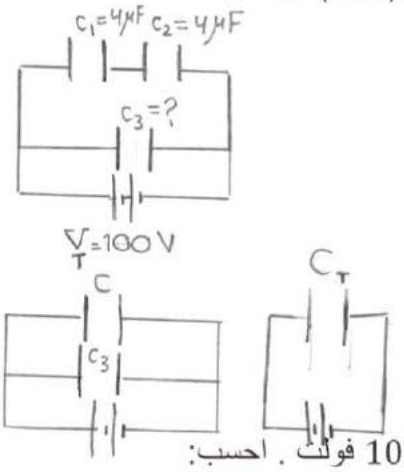
$$Q = CV \Rightarrow Q = 3\times150 \Rightarrow Q = 450\mu C$$

19. مكثفان سعتهما على الترتيب ($3\mu F, 6\mu F$) وصّلا مع بعضهما . احسب السعة المكافئة عند توصيلهما معا :
(1) على التوالي . (2) على التوازي .

(1) $C = \frac{1}{\frac{1}{3}+\frac{1}{6}} \Rightarrow C = 2\mu F$

(2) $C = 3+6 \Rightarrow C = 9\mu F$

20. وصل مكثفان سعة كل منهما 4 ميكروفاراد على التسلسل ثم تم توصيل طرفا المجموعة على التوازي مع مكثف آخر سعته غير معروفة ثم وصل طرفي المجموعة النهائية إلى فرق جهد قدره (100) فولت وكانت الشحنة الكلية ($4 \times 10^{-4}\ C$)، أحسب السعة الكهربية للمكثف.



$C_T = \frac{Q_T}{V_T}$

$C_T = \frac{4 \times 10^{-4}}{100}$

$C_T = 4 \times 10^{-6}\ F$

$C_T = 4\mu F$

C_1, C_2 توالي

$C = \frac{1}{\frac{1}{4}+\frac{1}{4}} = 2\mu F$

C, C_3 توازي

$C_T = C + C_3 \Rightarrow 4 = 2 + C_3 \Rightarrow C_3 = 2\mu F$

21. مكثف سعته 2.5 ميكروفاراد وصّل قطباه مع مصدر فرق الجهد بين طرفيه 100 فولت . احسب:
أ- الشحنة الموجودة على كل من لوحي المكثف .
ب – الطاقة المختزنة في المكثف.

أ) $Q = CV \Rightarrow Q = 2.5 \times 100 \Rightarrow Q = 250\mu C$

ب) $E = \frac{1}{2}CV^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2} \times 2.5 \times (100)^2 \Rightarrow E = 1.25 \times 10^{4}\mu J$

$E = 1.25 \times 10^{-2}\ J$

22. احسب سعة مكثف متوازي اللوحين مساحة لوحه 2 سم^2 والمسافة بينهما 1 مم.

طالما لم يذكر نوع المادة العازلة بين لوحي المكثف فتكون هي الفراغ

$C_o = \frac{\epsilon_o A}{d} \Rightarrow C_o = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 2 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-3}} \Rightarrow C_o = 1.77 \times 10^{-12}\ F$

$C_o = 1.77\ pF$

23. مكثف متوازي اللوحين سعته 1 بيكوفاراد والمسافة الفاصلة بين لوحيه 1 مم، احسب مساحة سطح كل من لوحيه؟

$A = \frac{C_o d}{\epsilon_o} \Rightarrow A = \frac{1 \times 10^{-12} \times 1 \times 10^{-3}}{8.85 \times 10^{-12}} \Rightarrow A \approx 1.13 \times 10^{-4}\ m^2$

24. شُحن مكثف بتيار مستمر $20\mu A$ من بطارية قوتها الدافعة $5V$ وبعد $55\ s$ شُحن المكثف بالكامل ، احسب :

أ. شحنة المكثف.
ب. سعة المكثف.
ج. الطاقة المختزنة في المكثف.

أ) $Q = It \Rightarrow Q = 20 \times 55 \Rightarrow Q = 1100\mu C$

ب) $C = \frac{Q}{V} \Rightarrow C = \frac{1100}{5} \Rightarrow C = 220\mu F$

ج) $E = \frac{1}{2} QV \Rightarrow E = \frac{1}{2} \times 1100 \times 5 \Rightarrow E = 2.75 \times 10^{3}\mu J$

$E = 2.75 \times 10^{-3}\ J$

25. مكثف متوازي اللوحين سعته 16 بيكو فاراد ويُشحن بواسطة بطارية 10 فولت، احسب الطاقة المخزنة بالمكثف؟

$E = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2} \times 16 \times (10)^2 \Rightarrow E = 800pJ$

26. مكثف سعته $100\mu F$ متصل ببطارية $3V$، تم تفريغ المكثف خلال مقاومة 500Ω. أحسب:

أ- الشحنة الابتدائية المختزنة في المكثف.
ب- تيار التفريغ الابتدائي.
جـ- تيار التفريغ بعد أن يفقد المكثف نصف شحنته.

أ) $Q = CV \Rightarrow Q = 100 \times 3 \Rightarrow Q = 300V$

ب) $I = \frac{V}{R} \Rightarrow I = \frac{3}{500} \Rightarrow I = 6 \times 10^{-3} A$

ج) $I' = \frac{I}{2} \Rightarrow I' = \frac{6 \times 10^{-3}}{2} \Rightarrow I' = 3 \times 10^{-3} A$

27. ثلاثة مكثفات سعاتها $4\ pF$ و 2 و 1 احسب السعة المكافئة عند توصيلها على:
التوالي .
التوازي.

أ) توالي : $C = \dfrac{1}{\frac{1}{1}+\frac{1}{2}+\frac{1}{4}} \Rightarrow C = \frac{4}{7}\,pF$

ب) توازي : $C = 1+2+4 \Rightarrow C = 7\,pF$

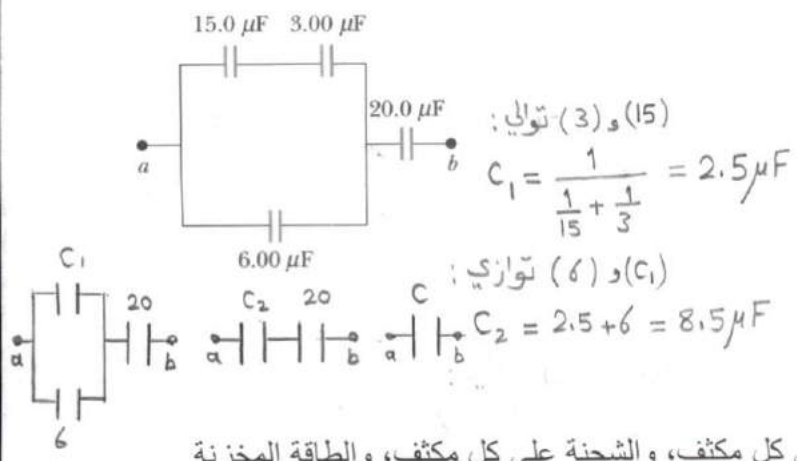
28. مكثف سعته $10000\ \mu F$ متصل ببطارية $12V$ ، تم تفريغه من خلال مصباح كهربي. أحسب مقدار الطاقة المستهلكة في المصباح؟

$$Q = CV \Rightarrow Q = 10000 \times 12 \Rightarrow Q = 120000\,\mu C$$

$$W = QV \Rightarrow W = 120000 \times 12 \Rightarrow W = 1440000\,\mu J$$

$$W = 1.44\ J$$

29. احسب السعة المكافئة من الشكل التالي:

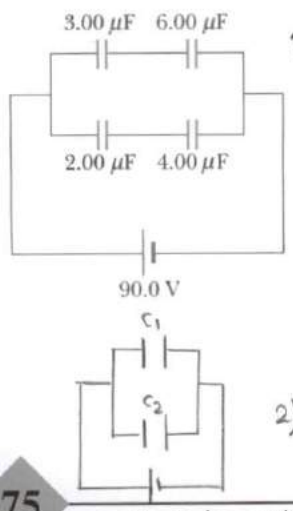


(15) و (3) توالي :
$C_1 = \dfrac{1}{\frac{1}{15}+\frac{1}{3}} = 2.5\,\mu F$

(C_1) و (6) توازي :
$C_2 = 2.5 + 6 = 8.5\,\mu F$

(C_2) و (20) توالي :
$C = \dfrac{1}{\frac{1}{20}+\frac{1}{8.5}} \approx 6\,\mu F$

30. احسب السعه المكافئة ، والجهد الكهربي بين لوحي كل مكثف، والشحنة على كل مكثف، والطاقة المخزنة بالمجموعة الموضحة؟



(3) و (6) توالي :
1) $C_1 = \dfrac{1}{\frac{1}{3}+\frac{1}{6}} = 2\,\mu F$

(2) و (4) توالي :
$C_2 = \dfrac{1}{\frac{1}{2}+\frac{1}{4}} = \frac{4}{3}\,\mu F$

(C_1) و (C_2) توازي :
$C = 2 + \frac{4}{3} = \frac{10}{3}\,\mu F$

2) $Q = CV$
$Q = \frac{10}{3} \times 90 = 300\,\mu C$

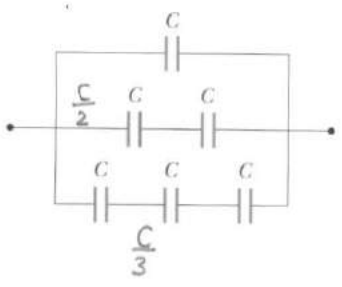
حيث أن (C_1) و (C_2) توازي :
$V_1 = V_2 = V = 90\ V$
$\therefore Q_1 = C_1 V_1 = 2 \times 90 = 180\,\mu C$
$Q_2 = C_2 V_2 = \frac{4}{3} \times 90 = 120\,\mu C$

بما أن (C_1) يساوي (3) و (6) توالي :
$Q_3 = Q_6 = Q_1 = 180\,\mu C$
$V_3 = \dfrac{Q_3}{C_3} = \dfrac{180}{3} = 60\ V$
$V_6 = \dfrac{Q_6}{C_6} = \dfrac{180}{6} = 30\ V$

بما أن (C_2) يساوي (2) و (4) توالي :
$Q_2 = Q_4 = Q_2 = 120\,\mu C$
$V_2 = \dfrac{Q_2}{C_2} = \dfrac{120}{2} = 60\ V$
$V_4 = \dfrac{Q_4}{C_4} = \dfrac{120}{4} = 30\ V$

3) $E = \frac{1}{2} Q V$
$E = \frac{1}{2} \times 300 \times 90$
$E = 13500\,\mu J$
$E = 0.0135\ J$

31. أحسب السعة المكافئة للمكثفات الموضحة في الشكل التالي علماً بأن سعاتها متماثلة.

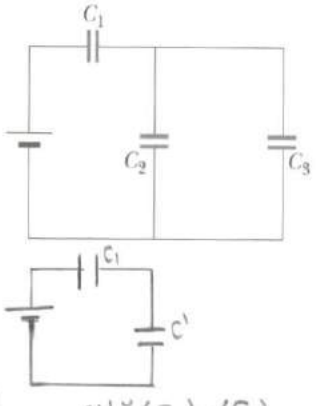


$$C_T = C + \frac{C}{2} + \frac{C}{3}$$

$$C_T = \frac{11}{6} C$$

32. ثلاثة مكثفات متصلة ببطارية كما هو موضح في الشكل التالي حيث سعاتها

$$C_1 = 3C, \quad C_2 = 1C, \quad C_3 = 5C$$



(أ) أحسب السعة المكافئة لهذه المجموعة من المكثفات.

(ب) رتب المكثفات تبعا **للشحنة** من الأكبر إلى الأصغر.

(ج) رتب المكثفات تبعاً **لفرق الجهد بين طرفي المكثف**، من الأكبر إلى الأصغر.

(د) إذا زادت سعة المكثف C_3، ماذا يحدث للشحنة التي تم تخزينها بواسطة كل من المكثفات؟

أ) C_2 و C_3 توازي :

$$C' = 1C + 5C = 6C$$

C' و C_1 توالي :

$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{6C} + \frac{1}{3C}} = 2C$$

ب) $Q_T = C_T V \Rightarrow Q_T = 2CV$

بما أن C' و C_1 توالي :

$$Q' = Q_1 = Q_T = 2CV$$

$$V' = \frac{Q'}{C'} = \frac{2CV}{6C} = \frac{V}{3}$$

$$V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{2CV}{3C} = \frac{2V}{3}$$

بما أن C_2 و C_3 توازي :

$$V' = V_2 = V_3 = \frac{V}{3}$$

$$Q_2 = C_2 V_2 = 1C \times \frac{V}{3} = \frac{Q_T}{6}$$

$$Q_3 = C_3 V_3 = 5C \times \frac{V}{3} = \frac{5Q_T}{6}$$

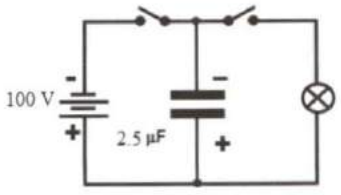
$C_1 = 3C$	$C_2 = 1C$	$C_3 = 5C$
$Q_1 = Q_T$	$Q_2 = \frac{Q_T}{6}$	$Q_3 = \frac{5Q_T}{6}$
$V_1 = \frac{2V}{3}$	$V_2 = \frac{V}{3}$	$V_3 = \frac{V}{3}$

ب) $Q_1 > Q_3 > Q_2$

ج) $V_1 > V_2 = V_3$

د) بزيادة سعة المكثف (C_3) تزداد السعة المكافئة للمجموعة وبذلك تزداد قيمة الشحنة المختزنة في كل المكثفات .

33. مكثف سعته 2.5 μF وصل طرفاه بمصدر جهد مقداره 100 V كما بالشكل



احسب :

أ- الشحنة الموجودة على كل من لوحي المكثف.

ب- الطاقة المختزنة في المكثف.

ت- كم الطاقة التي مرت من مصدر الجهد (البطارية) خلال عملية شحن المكثف.

ث- فسر سبب اختلاف الإجابتين للفرعين (ب) و (ت).

أ) $Q = CV \Rightarrow Q = 2.5 \times 100 \Rightarrow Q = 250 \mu C$

ب) $E = \frac{1}{2} CV^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2} \times 2.5 \times (100)^2 \Rightarrow E = 12500 \mu J$

$E = 0.0125 J$

ت) $W = QV \Rightarrow W = 250 \times 100 \Rightarrow W = 25000 \mu J$

$W = 0.025 J$

ث) تحول نصف الطاقة الصادرة من البطارية إلى طاقة حرارية خلال عملية شحن المكثف .

34. في الانشطار النووي نواة اليورانيوم تحتوي على 92 بروتون تنشطر إلى نواتين كرويتين تحتوي كل نواة على 46 بروتون ، نصف قطرها 5.9×10^{-15} m . ما مقدار قوة التنافر الكهربائية التي تدفع الكرتين للابتعاد عن بعضهما البعض

(شحنة البروتون = شحنة الإلكترون = $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C)

$r = 2R$

$q = 46e$

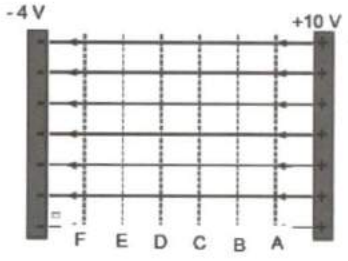
$F_E = \frac{K q^2}{r^2}$

$F_E = \frac{9 \times 10^9 \times (46 \times 1.6 \times 10^{-19})^2}{(2 \times 5.9 \times 10^{-15})^2}$

$F_E = 3501.3$ N

35. الشكل أدناه يمثل سبعة أسطح من سطوح تساوي الجهد رسمت بالتساوي بين لوحين متوازيين مشحونين
ادرس الشكل ثم اجب عن الآتي

- ما مقدار جهد السطح (E).
- شحنة مقدارها -3.2×10^{-16} C انتقلت من السطح (C) إلى السطح (F) .ما التغيير في طاقة الوضع الكهربائية نتيجة الانتقال من (C) إلى (F) .



أ) التغير في الجهد الكهربائي بين كل سطحي جهد = فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين / عدد المراحل بين سطوح الجهد

$$2V = \frac{10-(-4)}{7} =$$

ب)

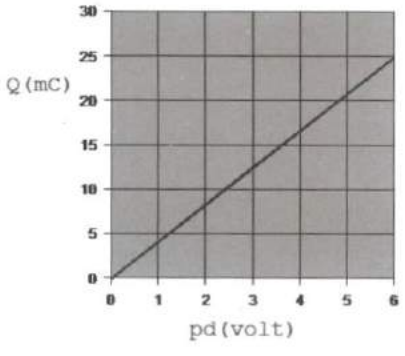
$$V_E = 10-(5\times2) = 0\,V$$

$$V_C = 10-(3\times2) = 4\,V$$

$$V_F = 10-(6\times2) = -2\,V$$

$$W = q\Delta V \Rightarrow W = q\times(V_F - V_C) \Rightarrow W = -3.2\times10^{-16}\times(-2-4) \Rightarrow W = 1.92\times10^{-15}\,J$$

36. الرسم البياني يبين العلاقة بين الشحنة على المكثف و فرق الجهد المطبق بين لوحيه



1- من الرسم احسب سعة المكثف.
2- استخدم الرسم البياني لإيجاد مقدار الطاقة المختزنة داخل المكثف عندما يكون فرق الجهد بين طرفيه 4.0V

1- C = ميل الخط المستقيم $\Rightarrow C = \frac{Q}{V} \Rightarrow C = \frac{25\times10^{-3}}{6}$

$$C = \frac{1}{240}\,F$$

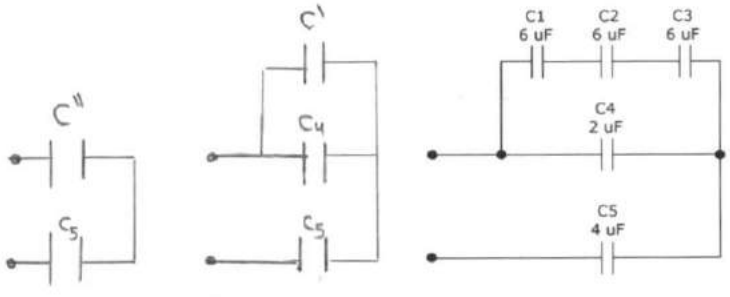
2- E = الطاقة المختزنة = المساحة أسفل الخط البياني $= \frac{1}{2}QV$

$$E = \frac{1}{2}\times17\times10^{-3}\times4$$

$$E = \frac{1}{30}\,J$$

مسائل إضافية للتدريب على حساب السعة المكافئة لمجموعة مكثفات:

احسب السعة المكافئة للمكثفات في كل دائرة من الدوائر التالية:



C_1 و C_2 و C_3 تتوازى

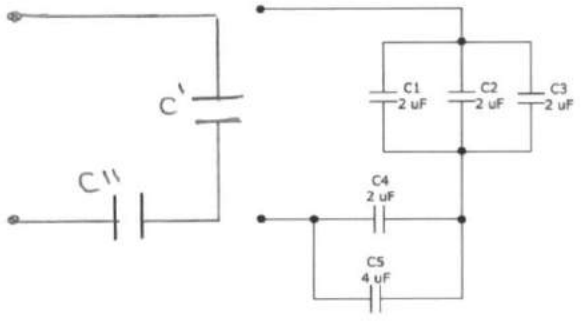
$$C' = \frac{1}{\frac{1}{6}+\frac{1}{6}+\frac{1}{6}} = 2\,\mu F \quad (1)$$

C' و C_4 تتوازى

$$C'' = 2+2 = 4\,\mu F$$

C'' و C_5 تتوالى

$$C = \frac{1}{\frac{1}{4}+\frac{1}{4}} = 2\,\mu F$$



(2)

C_1 و C_2 و C_3 تتوازى

$$C' = 2+2+2 = 6\,\mu F$$

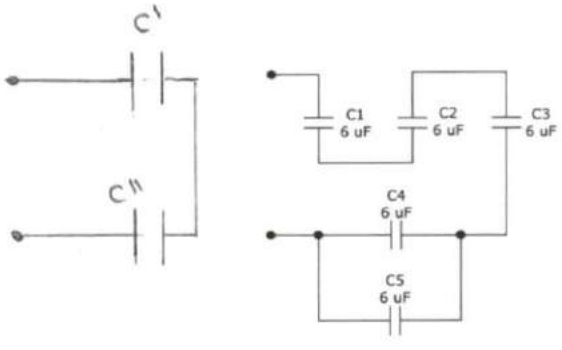
C_4 و C_5 تتوازى

$$C'' = 2+4 = 6\,\mu F$$

C' و C'' تتوالى

$$C = \frac{1}{\frac{1}{6}+\frac{1}{6}} = 3\,\mu F$$

(3)



C_1 و C_2 و C_3 تتوالى

$$C' = \frac{1}{\frac{1}{6}+\frac{1}{6}+\frac{1}{6}} = 2\,\mu F$$

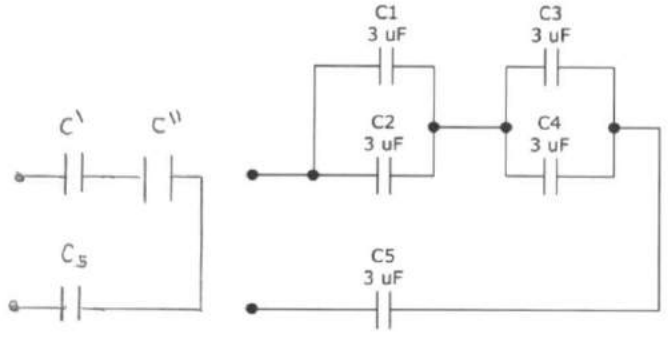
C_4 و C_5 تتوازى

$$C'' = 6+6 = 12\,\mu F$$

C' و C'' تتوالى

$$C = \frac{1}{\frac{1}{2}+\frac{1}{12}} = \frac{12}{7} = 1.7\,\mu F$$

(4)



C_1 و C_2 توازي

$C' = 3+3 = 6\,\mu F$

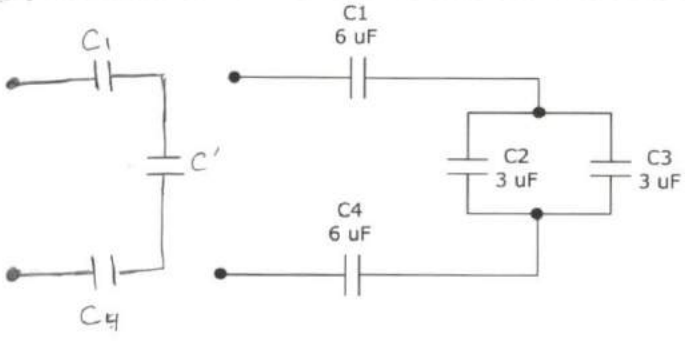
C_3 و C_4 توازي

$C'' = 3+3 = 6\,\mu F$

C' و C'' و C_5 توالي

$$C = \frac{1}{\frac{1}{6}+\frac{1}{6}+\frac{1}{3}} = \frac{3}{2} = 1.5\,\mu F$$

(5)



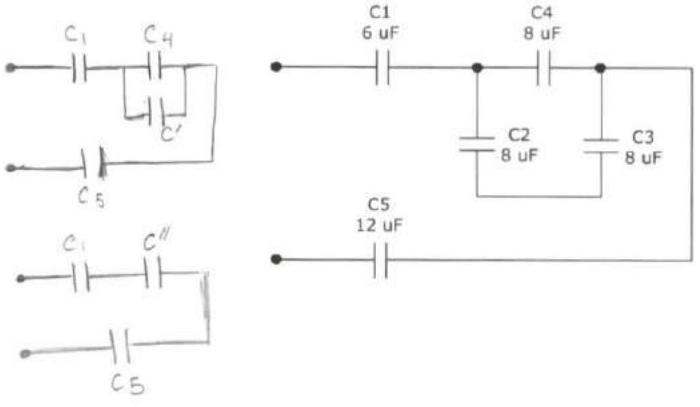
C_2 و C_3 توازي

$C' = 3+3 = 6\,\mu F$

C_1 و C' و C_4 توالي

$$C = \frac{1}{\frac{1}{6}+\frac{1}{6}+\frac{1}{6}} = 2\,\mu F$$

(6)



C_2 و C_3 توالي

$$C' = \frac{1}{\frac{1}{8}+\frac{1}{8}} = 4\,\mu F$$

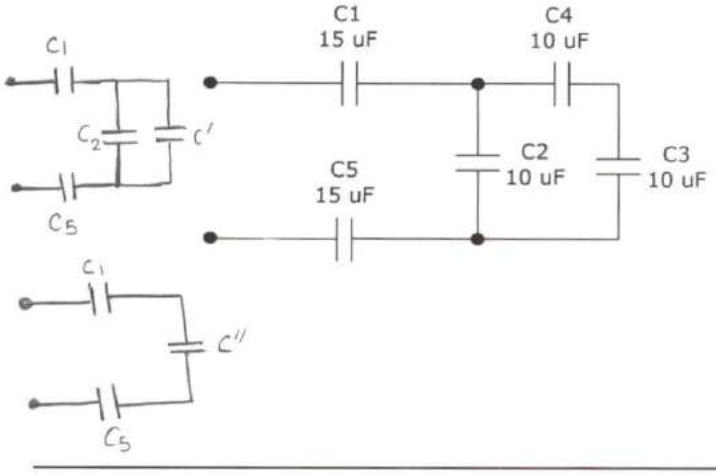
C' و C_4 توازي

$C'' = 8+4 = 12\,\mu F$

C_1 و C_5 و C'' توالي

$$C = \frac{1}{\frac{1}{12}+\frac{1}{6}+\frac{1}{12}} = 3\,\mu F$$

(7)



C_3 و C_4 توالي

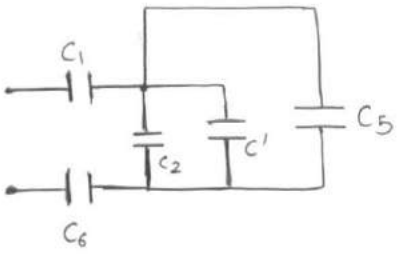
$$C' = \frac{1}{\frac{1}{10}+\frac{1}{10}} = 5\,\mu F$$

C' و C_2 توازي

$C'' = 5+10 = 15\,\mu F$

C'' و C_1 و C_5 توالي

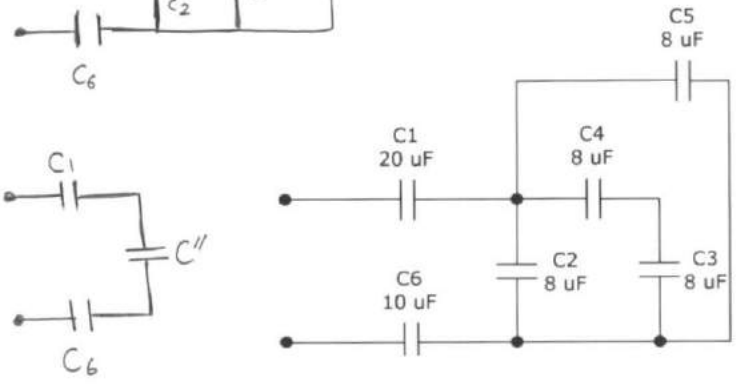
$$C = \frac{1}{\frac{1}{15}+\frac{1}{15}+\frac{1}{15}} = 5\,\mu F$$



C_3 و C_4 توالي

$$C' = \frac{1}{\frac{1}{8}+\frac{1}{8}} = 4\,MF$$

(8)



C_2 و C' و C_5 توازي

$C'' = 8+4+8 = 20\,MF$

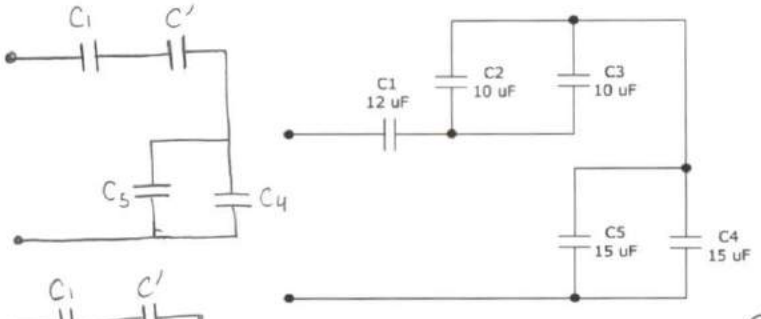
C_1 و C'' و C_6 توالي

$$C = \frac{1}{\frac{1}{20}+\frac{1}{20}+\frac{1}{10}} = 5\,MF$$

(9)

C_2 و C_3 توازي

$C' = 10+10 = 20\,MF$

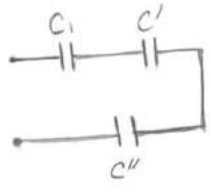


C_4 و C_5 توازي

$C'' = 15+15 = 30\,MF$

C_1 و C' و C'' توالي

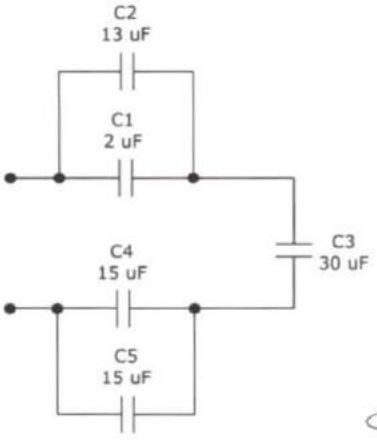
$$C = \frac{1}{\frac{1}{12}+\frac{1}{20}+\frac{1}{30}} = 6\,MF$$



(10)

C_2 و C_1 توازي

$C' = 13+2 = 15\,MF$

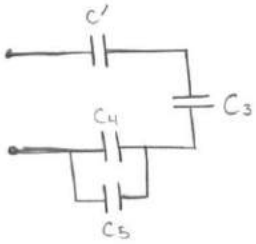


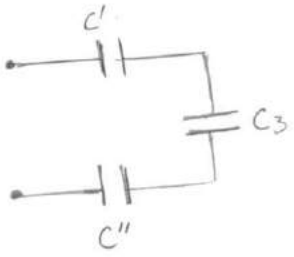
C_5 و C_4 توازي

$C'' = 15+15 = 30\,MF$

C' و C_3 و C'' توالي

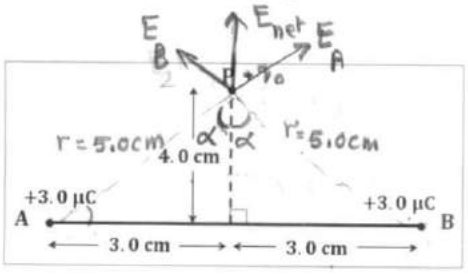
$$C = \frac{1}{\frac{1}{15}+\frac{1}{30}+\frac{1}{30}} = \frac{15}{2} = 7.5\,MF$$





(أسئلة إثرائية متنوعة)

(1) في الشكل الموضح ، شحنات متماثلة موضوعة في فراغ. احسب شدة المجال الكهربي عند النقطة P. (ثابت النفاذية للفراغ $\varepsilon_o = 8.85\times10^{-12}$ F/m)



$r = \sqrt{3^2+4^2} \Rightarrow r = 5\,cm$

$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right) \Rightarrow \alpha \approx 36.87°$

$\theta = 2\alpha \Rightarrow \theta = 73.74°$

$E = \frac{KQ}{r^2}$

$E_A = \frac{9\times10^9 \times 3\times10^{-6}}{(5\times10^{-2})^2} = 1.08\times10^7\ N/C$

$E_B = \frac{9\times10^9 \times 3\times10^{-6}}{(5\times10^{-2})^2} = 1.08\times10^7\ N/C$

$E_{net} = \sqrt{E_A^2 + E_B^2 + 2E_A E_B \cos(\theta)}$

$E_{net} = \sqrt{(1.08\times10^7)^2 + (1.08\times10^7)^2 + (2)(1.08\times10^7)(1.08\times10^7)(\cos(73.74))}$

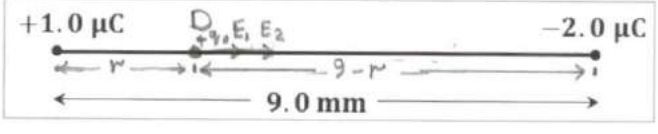
$E_{net} = 1.728\times10^7\ N/C$ (يساوي)

if $E_1 = E_2$

$E_{net} = 2E_1\cos(\alpha)$

(2) أ. في الشكل الموضح تقع النقطة (D) بين الشحنتين على الخط الواصل بينهما حيث يكون قيمة الجهد الكهربي مساوياً للصفر. أوجد موقع النقطة المذكورة بالنسبة للشحنة $+1.0\ \mu C$.

ب. احسب قيمة شدة المجال الكهربي عند النقطة (D) مبيناً اتجاه المجال الكهربي عند تلك النقطة.
(ثابت كولوم $9\times10^9\ Nm^2/C^2$)



أ) $V_{Total} = 0 \Rightarrow V_1 + V_2 = 0$

$\frac{KQ_1}{r} + \frac{KQ_2}{9-r} = 0 \Rightarrow \frac{KQ_1}{r} = -\frac{KQ_2}{9-r}$

$\frac{1}{r} = -\frac{(-2)}{9-r} \Rightarrow 2r = 9 - r$

$3r = 9 \Rightarrow r = 3\ mm$

ب) $E = \frac{KQ}{r^2}$

$E_1 = \frac{9\times10^9 \times 1\times10^{-6}}{(3\times10^{-3})^2} \Rightarrow E_1 = 1\times10^9\ N/C$ (يمين)

$E_2 = \frac{9\times10^9 \times 2\times10^{-6}}{(6\times10^{-3})^2} \Rightarrow E_2 = 5\times10^8\ N/C$ (يمين)

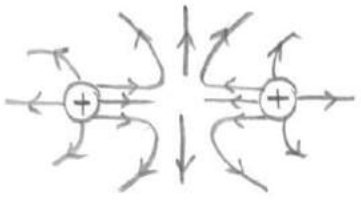
$E_{net} = E_1 + E_2$

$E_{net} = 1\times10^9 + 5\times10^8$

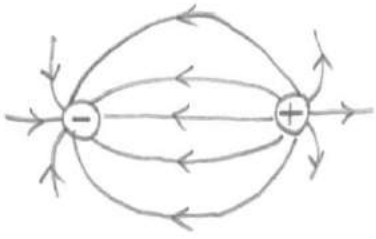
$E_{net} = 1.5\times10^9\ N/C$ (يمين)

(3)أ. ما المقصود بالمجال الكهربي؟
ب. وضح بالرسم شكل المجال الكهربي بين شحنتين موجبتين مرة وبين شحنة موجبة وأخرى سالبة مرة أخرى.

المجال الكهربائي : المنطقة المحيطة بالشحنة الكهربائية وتظهر فيها تأثير القوة الكهربائية للشحنة .



شحنتان متماثلتان موجبتان



شحنتان متساويتان إحداهما موجبة والأخرى سالبة

(4)في شكل مبسط للذرة ، نصف قطر نواة ذرة اليورانيوم 8.0×10^{-15} m . تحتوي النواة على 92 بروتون. تبلغ قيمة شحنة البروتون 1.6×10^{-19} C ، ويمكن الفرض بأن شحنة تلك البروتونات تبدو وكأنها شحنة مركزية في النواة في قلب النواة. تطلق النواة جسيمات ألفا (تتكون من بروتونين ونيترونين) عند سطح النواة . احسب:

أ. شدة المجال الكهربي عند سطح النواة قبل انطلاق جسيمات ألفا.
ب. القوة الكهربية المؤثرة على جسيمات ألفا عند سطح النواة.
ج. الجهد الكهربي عند سطح النواة قبل انطلاق جسيمات ألفا .
د. طاقة الوضع الكهربي لجسيمات ألفا عندما تكون عند سطح النواة.

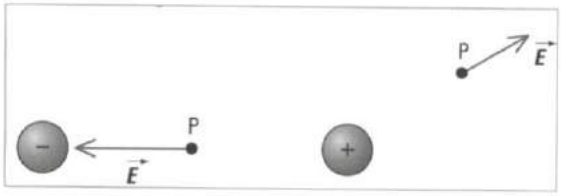
أ) $E=\frac{KQ}{R^2} \Rightarrow E=\frac{9\times10^{9}\times(92\times1.6\times10^{-19})}{(8.0\times10^{-15})^2} \Rightarrow E=2.07\times10^{21}$ N/C (خارج النواة)

ب) $F_E=\frac{Kq_1q_2}{r^2} \Rightarrow F_E=\frac{9\times10^{9}\times90\times1.6\times10^{-19}\times2\times1.6\times10^{-19}}{(8.0\times10^{-15})^2} \Rightarrow F_E=648$ N (تنافر)

ج) $V=\frac{KQ}{R} \Rightarrow V=\frac{9\times10^{9}\times(92\times1.6\times10^{-19})}{8.0\times10^{-15}} \Rightarrow V=1.656\times10^{7}$ V

د) $W=qV \Rightarrow W=(2\times1.6\times10^{-19})\left(\frac{9\times10^{9}\times90\times1.6\times10^{-19}}{8.0\times10^{-15}}\right) \Rightarrow W=5.184\times10^{-12}$ J

(5)ادرس الشكل التالي ثم أجب عن الأسئلة :



أ. إذا كانت الأسهم تمثل المجال الكهربي الناشئ عن كل شحنة، وضح اختلافين تمثلهما الأسهم.

ب. صف التأثير الحادث على المجال الكهربي عند نقطة في حال:

i. قلت قيمة الشحنة إلى النصف.

ii. تغيرت إشارة الشحنة.

iii. قلت قيمة الشحنة الاختبارية الواقعة في المجال إلى النصف.

أ) 1) الاتجاه : يدل على اتجاه المجال الكهربائي عند كل نقطة .

2) المقدار : يدل طول السهم على مقدار شدة المجال الكهربائي عند كل نقطة .

ب) i. تقل شدة المجال الكهربائي .

ii. ينعكس اتجاه المجال الكهربائي .

iii. لا يؤثر على شدة المجال الكهربائي .

(6)كرة صغيرة مشحونة بشحنة موجبة قدرها 4.50×10^{-6} C ، احسب :

أ. قيمة واتجاه المجال الكهربي عند نقطة تبعد مسافة 0.3 m إلى يمين الشحنة.

ب. قيمة واتجاه القوة الكهربية المؤثرة على شحنة موجبة قدرها 2.00×10^{-8} C موضوعة عند النقطة المذكورة في (أ).

أ) $E = \frac{KQ}{r^2} \Rightarrow E = \frac{9\times10^{9}\times 4.5\times10^{-6}}{0.3^2} \Rightarrow E = 4.5\times10^{5}$ N/C (يمين)

ب) $F = qE \Rightarrow F = 2\times10^{-8}\times4.5\times10^{5} \Rightarrow F = 9\times10^{-3}$ N (تنافر لليمين)

(7)شحنة صغيرة سالبة قدرها 2.50 μC تتأثر بقوة جذب كهروستاتيكية قدرها 5.10×10^{-2} N نتيجة وضعها عند نقطة تبعد 0.040 m عن شحنة أكبر . احسب :

أ. قيمة واتجاه المجال الكهربي عند تلك النقطة.

ب. قيمة وإشارة الشحنة الأكبر.

أ) $E = \frac{F}{q} \Rightarrow E = \frac{5.1\times10^{-2}}{2.5\times10^{-6}} \Rightarrow E = 2.04\times10^{4}$ N/C (عكس اتجاه القوة المؤثرة)

ب) $E = \frac{KQ}{r^2} \Rightarrow Q = \frac{Er^2}{K} \Rightarrow Q = \frac{2.04\times10^{4}\times(0.04)^2}{9\times10^{9}}$

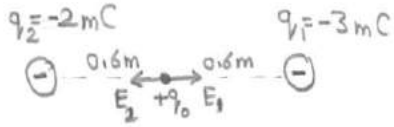
$Q \approx 3.63\times10^{-9}$ C

(8)شحنة سالبة قدرها 3.00 mC تقع على مسافة 1.20 m إلى اليمين من شحنة أخرى سالبة قيمتها 2.00 mC ، احسب:

أ. محصلة المجال الكهربي عند نقطة تقع في منتصف المسافة بين الشحنتين على الخط الواصل بينهما.

ب. النقطة التي يكون عندها يكون محصلة المجال الكهربي = صفر على الخط الواصل بين الشحنتين.

أ)



$E = \frac{KQ}{r^2}$

$E_1 = \frac{9\times10^{9}\times3\times10^{-3}}{0.6^2} = 7.5\times10^{7}$ N/C (يمين)

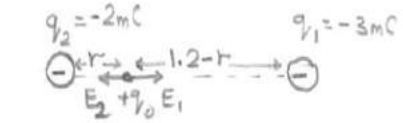
$E_2 = \frac{9\times10^{9}\times2\times10^{-3}}{0.6^2} = 5\times10^{7}$ N/C (يسار)

$E_{net} = E_1 - E_2$

$E_{net} = 7.5\times10^{7} - 5\times10^{7}$

$E_{net} = 2.5\times10^{7}$ N/C (يمين)

ب)



E_{net} = zero

$E_1 - E_2 = 0 \Rightarrow E_1 = E_2$

$\frac{Kq_1}{(1.2-r)^2} = \frac{Kq_2}{r^2}$

$\frac{3}{(1.2-r)^2} = \frac{2}{r^2}$

$\sqrt{\frac{3}{(1.2-r)^2}} = \sqrt{\frac{2}{r^2}}$

$\frac{1.732}{1.2-r} = \frac{1.414}{r}$

$2.828 - 1.414r = 1.732r$

$\frac{3.146r}{3.146} = \frac{2.828}{3.146} \Rightarrow r \approx 0.9$ m (عن الشحنة الثانية)

(9) يتحرك إلكترون بين موضعين بينهما فرق جهد قدره $4.00\times10^{4}\ V$. احسب مقدار طاقة الوضع الكهربية المكتسبة بوحدة الجول – بوحدة الإلكترون فولت.

$$W = q\Delta V$$
$$W = 1.6\times10^{-19}\times4\times10^{4}$$
$$W = 6.4\times10^{-15}\ J$$

$$W = \frac{6.4\times10^{-15}}{1.6\times10^{-19}}$$
$$W = 4\times10^{4}\ eV$$

$$1\ eV = 1.6\times10^{-19}\ J$$
electronVolt
الكترون فولت

(10) شمعات الإشعال في السيارة لها طرفان يمكن اعتبارهما ألواح متوازية. يبعد اللوحان بمسافة قدرها $5.00\times10^{-3}\ m$ ، فإذا كان المجال الكهربي بين اللوحين $3.00\times10^{6}\ V/m$ ، احسب فرق الجهد بين القطبين.

$$\Delta V = Ed$$
$$\Delta V = 3\times10^{6}\times5\times10^{-3}$$
$$\Delta V = 1.5\times10^{4}\ V$$

(11) اشرح كيف تعبر خطوط المجال الكهربي حول شحنة عن قيمة المجال الكهربي.

عدد خطوط المجال الكهربائي يدل على قيمة الشحنة الكهربائية
بينما كثافة خطوط المجال الكهربائي تدل على شدة المجال الكهربائي .

(12) اكتب علاقتين رياضيتين تستخدم لحساب قيمة المجال الكهربي حول شحنة نقطية.

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

$$E = \frac{KQ}{r^2}$$

(13) ما هي العلاقة الرياضية التي يمكن أن تستخدمها لحساب طاقة الوضع الكهربية عند نقطة معينة حول شحنة نقطية.

$$W = Vq$$

$$W = \frac{KQq}{r}$$

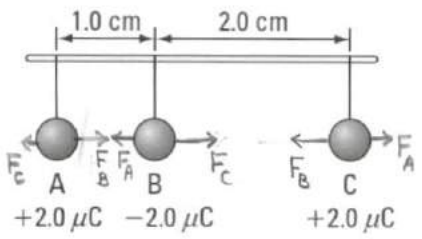
(14) صف الاختلافات الرئيسية بين المجال الكهربي المحيط بشحنة نقطية والمجال الكهربي بين لوحين متوازيين مشحونين.

المجال الكهربائي حول شحنة نقطية	المجال الكهربائي بين لوحين متوازيين مشحونين
* خطوط المجال خطوط شعاعية نوع الخارج	* خطوط المجال خطوط مستقيمة تتجه من اللوح الموجب إلى اللوح السالب .
* تقل شدة المجال بالابتعاد عن الشحنة .	* تكون شدة المجال ثابتة عند جميع نقاط المجال
* تحسب شدة المجال الكهربائي من المعادلة: $E = \frac{KQ}{r^2}$	* تحسب شدة المجال الكهربائي من المعادلة: $E = \frac{\Delta V}{d}$

(15) ثلاث كرات صغيرة معدنية معلقة بخيوط عازلة كما بالشكل.

أ. ارسم أسهماً تبين قيمة واتجاه القوة المتبادلة بين الكرات.

ب. احسب القوة المحصلة المؤثرة على الكرة (B)



$$F = \frac{K q_1 q_2}{r^2}$$

$$F_A = \frac{9\times10^{9}\times 2\times10^{-6}\times 2\times10^{-6}}{(1\times10^{-2})^2} = 360\ N\ (\text{يسار})$$

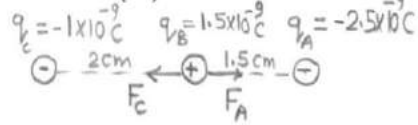
$$F_C = \frac{9\times10^{9}\times 2\times10^{-6}\times 2\times10^{-6}}{(2\times10^{-2})^2} = 90\ N\ (\text{يمين})$$

$$F_{net} = F_A - F_C$$

$$F_{net} = 360 - 90$$

$$F_{net} = 270\ N\ (\text{يسار})$$

(16) كرة (A) معدنية شحنتها -2.50×10^{-9} C على مسافة 1.50 cm من كرة أخرى (B) شحنتها $+1.50\times10^{-9}$ C. كرة ثالثة (C) شحنتها -1.00×10^{-9} C تم وضعها على مسافة 2.00 cm من الطرف الآخر للكرة (B) ، فإذا كانت الكرات الثلاث على خط واحد ، احسب القوة الكهربية المحصلة المؤثرة على الشحنة (B).



$$F = \frac{K q_1 q_2}{r^2}$$

$$F_A = \frac{9\times10^{9}\times 2.5\times10^{-9}\times 1.5\times10^{-9}}{(1.5\times10^{-2})^2} = 1.5\times10^{-4}\ N\ (\text{يمين})$$

$$F_C = \frac{9\times10^{9}\times 1\times10^{-9}\times 1.5\times10^{-9}}{(2\times10^{-2})^2} = 3.375\times10^{-5}\ N\ (\text{يسار})$$

$$F_{net} = F_A - F_B$$

$$F_{net} = 1.5\times10^{-4} - 3.375\times10^{-5}$$

$$F_{net} = 1.1625\times10^{-4}\ N\ (\text{يمين})$$

(17) ما قيمة الشغل اللازم بذله لزيادة جهد شحنة قدرها 3.0×10^{-7} C بمقدار 120 V ؟

$$W = qV$$
$$W = 3\times10^{-7}\times120$$
$$W = 3.6\times10^{-5}\ J$$

(18) الشغل اللازم لتحريك شحنة قدرها 1.2×10^{-6} C بين نقطتين هو 4.2×10^{-9} J في مجال كهربي. احسب فرق الجهد بين النقطتين.

$$\Delta V = \frac{W}{q}$$
$$\Delta V = \frac{4.2\times10^{-9}}{1.2\times10^{-6}}$$
$$\Delta V = 3.5\times10^{-3}\ V$$

(19) مكثف له ألواح متوازية كل منها على شكل مستطيل طول أحد أضلاعه 200 mm والضلع الآخر 30 mm . يفصل بين اللوحين طبقة هواء بسمك 0.50 mm ، تبلغ قيمة النفاذية للفراغ 8.85×10^{-12} F/m .

أ. احسب سعة المكثف.

ب. إذا تم توصيل المكثف إلى بطارية قوتها الدافعة 12 V ، احسب:

i. الشحنة على كل لوح.

ii. المجال الكهربي بين الألواح.

أ) $A = Lw \Rightarrow A = 200\times10^{-3}\times30\times10^{-3} \Rightarrow A = 6\times10^{-3}\ m^2$

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \Rightarrow C = \frac{8.85\times10^{-12}\times6\times10^{-3}}{0.5\times10^{-3}} \Rightarrow C = 1.062\times10^{-10}\ F$$

ب) i. $Q = CV \Rightarrow Q = 1.062\times10^{-10}\times12 \Rightarrow Q = 1.2744\times10^{-9}\ C$

ii. $E = \frac{\Delta V}{d} \Rightarrow E = \frac{12}{0.5\times10^{-3}} \Rightarrow E = 2.4\times10^{4}\ V/m$

(20) مكثف 10 μF تم شحنه باستخدام بطارية 9.0 V ، احسب :

أ. طاقة الوضع الكهربية المخزنة في المكثف.

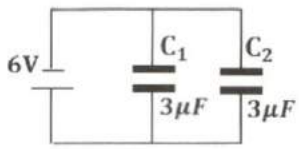
ب. الشحنة المخزنة على المكثف.

أ) $E = \frac{1}{2}CV^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2} \times 10 \times 9^2 \Rightarrow E = 405\mu J$

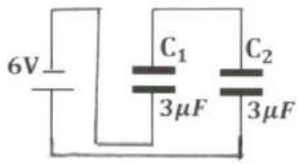
ب) $Q = CV \Rightarrow Q = 10 \times 9 \Rightarrow Q = 90\mu C$

(21) ادرس الشكلين التاليين ثم أجب عن الأسئلة التالية:

أ)



ب)



أ. أكمل رسم الدائرة بحيث يتم توصيل المكثفات على التوازي.

ب. أكمل رسم الدائرة بحيث يتم توصيل المكثفات على التوالي.

ج. أكمل الجدول التالي مستخدماً المعلومات المتوفرة في الدائرة.

المكثفات على التوازي	الشحنة على المكثف C_1	$18\mu C$
	الشحنة المخزنة في المكثف C_1 عند تمام الشحن.	$18\mu C$
المكثفات على التوالي	الشحنة على المكثف C_1	$9\mu C$
	الشغل المبذول بواسطة المصدر الكهربي في شحن كلا المكثفين.	$54\mu J$

استخدم الفراغ التالي في إجراء الحسابات اللازمة.

التوازي

$C = 3 + 3 = 6\mu F$

$Q = CV \Rightarrow Q = 6 \times 6 \Rightarrow Q = 36\mu C$

$V_1 = V_2 = V = 6\ V$

$Q_1 = C_1V_1 = 3 \times 6 = 18\mu C$

$Q_2 = C_2V_2 = 3 \times 6 = 18\mu C$

التوالي

$C = \frac{1}{\frac{1}{3} + \frac{1}{3}} = 1.5\mu F$

$Q = CV \Rightarrow Q = 1.5 \times 6 \Rightarrow Q = 9\mu C$

$Q_1 = Q_2 = Q = 9\mu C$

$V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{9}{3} = 3\ V$

$V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{9}{3} = 3\ V$

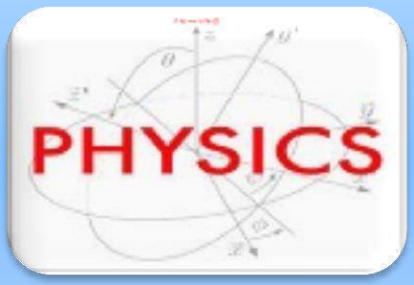
$W = QV$

$W = 9 \times 6$

$W = 54\mu J$

رسالتنا: نسعى لخلق بيئة تعليمية مثالية ترتقي بالمستوى الأكاديمي للطلاب، وتحفز الفكر على الإبداع من خلال استراتيجيات تعليم حديثة وذلك لإعداد جيلٍ واثقٍ بنفسه محافظ على قيمه معتز بوطنه.

مدرسة مصعب بن عمير الثانوية للبنين



قسم الفيزياء

مع تحيات

قسم التعليم الإلكتروني

رؤيتنا: إعداد جيل متفوق علميا متميز مهنيا فعال في مجتمعه محافظ على قيمه مشارك بإيجابية في الثقافة العالمية