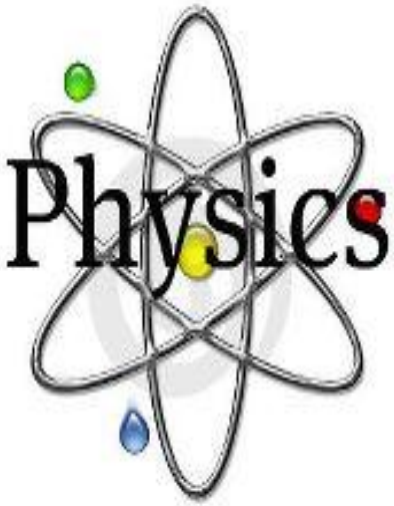
بسم الله الرحمن الرحيم

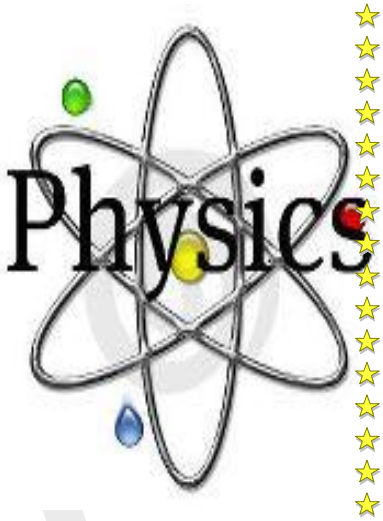
مزكرة اليقين

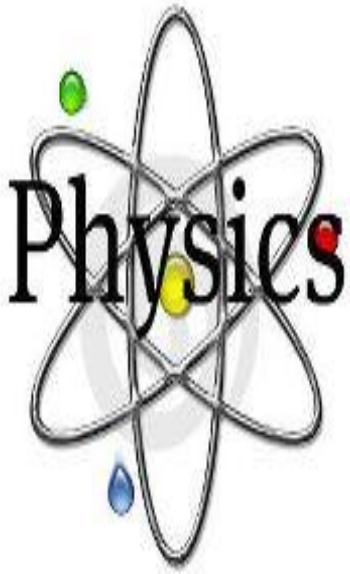
في

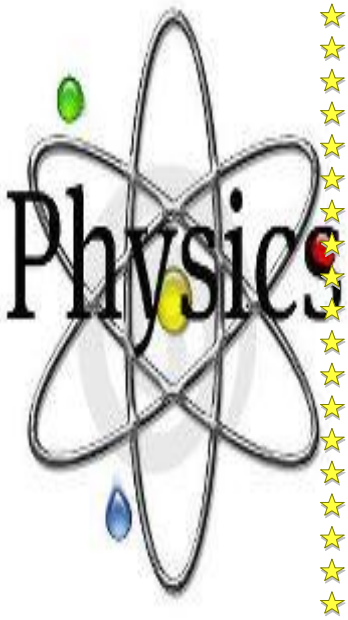
الفيزياء

الباب الاول









حنبنيهو البنحلم بيهو يوماتى

(اذا اهمك امر فتزكر ارحنا بها يا بلال)

كن على يقين انك من المئه الاوائل

****

إعداد الأستاذ/

مجاهد الطيب محمد احمد أبو الحسن

ماجستير فيزياء جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

طالب دكتوراه جامعة السودان

رئيس شعبة الفيزياء بكلية الفجر للعلوم والتكنولوجيا

الشقيلاب النموزجيه بنات

مدرسة الكوده

صدقه جاريه

مجاهد نوبل

الحركة الدائرية

* **تعريف الحركة الدائرية** : هي حركة الأجسام في مسار دائري أو جزء من دائرة .

* **الحركة الدائرية المنتظمة**: هي حركة الأجسام في مسار دائري أو جزء من دائره بحيث يقطع مسافات متساوية في ازمنه متساوية.

* **لكي تكون الحركة الدائرية منتظمة لا بد من توفر الآتي:**

١) أن يكون نصف قطر المدار الدائري ثابت. ٢) أن يتحرك الجسم بسرعة (ع) ثابتة.

* **أمثلة للحركة الدائرية** :

١) حركة الكواكب حول الشمس.

٢) حركة الأقمار الاصطناعية حول الأرض.

٣) حركة الإلكترونات حول النواة.

٤) حركة جسم مربوط بخيط.

٥) حركة المراوح .

٦) حركة إطارات السيارات.

* **أهمية الحركة الدائرية المتظمة في أنها تفسر**:

١) حركة الكواكب حول الشمس وحركة الأقمار الاصطناعية حول الأرض.

٢) عدم سقوط القمر على الأرض رغم أنه في تجاذب مع الأرض .

٣) عدم سقوط الكواكب حول الشمس رغم وجود قوة التجاذب بينها.

* **مصطلحات الحركة الدائرية** :

١) **المسافة القوسية (س)** :

هي طول القوس الذي يقطعه الجسم أثناء سيره على محيط الدائرة. وتقاس بالمتر.

$$س = هـ \times نق$$

حيث:

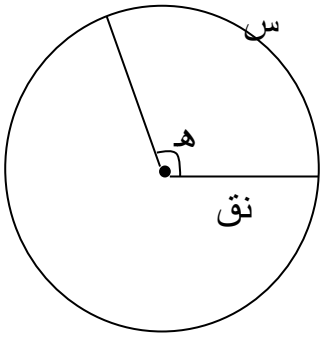
س = طول القوس هـ= الزاوية المزاحة بالراديان نق = نصف قطر الدائرة

٢) **الزاوية المزاحة الزاوية الازاحية او الإزاحة الزاوية (هـ)**:

هي الزاوية التي تصنعها حركة الجسم مع مركز الدائرة أثناء سيره على محيط الدائرة وتقاس بوحدة الراديان.

* **تعريف الراديان:**

هى الزاوية التي طول قوسها على محيط الدائرة يساوي نصف قطر الدائرة .



* **ملحوظة:**

للتحويل من درجة إلى راديان نضرب في $\frac{\pi}{١٨٠}$

مثال: حول ٦٠ درجة إلى تقدير دائري:

الحل:

٦٠ درجة = ٦٠ × $\frac{\pi}{١٨٠}$ = $\frac{\pi}{٣}$ راديان

٣) **الدورة الكاملة:**

هى رحلة الذهاب والأياب لجسم يتحرك من نقطه ليعود لنفس النقطه فى نفس اتجاه حركته الابتدائيه.

٤) **الزمن الدوري (ز):**

هو الزمن اللازم لإكمال الجسم دورة كاملة حول نفسه, ويقاس بالثانية أو الهيرتز$^{-١}$ أو ثانية/دورة .

الزمن الدوري = $\frac{\text{الزمن الكلي}}{\text{عدد الدورات}}$ | ز = $\frac{\text{ن}}{\text{عـد}}$ |

٥) **التردد (ذ):**

هو عدد الدورات الكاملة في الثانية الواحدة, ويقاس بالهيرتز أو ثانية$^{-١}$ أو دورة/ثانية .

التردد = $\frac{\text{عدد الدورات}}{\text{الزمن الكلي}}$ | ذ = $\frac{\text{عد}}{\text{ن}}$ |

* **تعريف الهيرتز:** هو تردد جسم يعمل واحد دوره فى زمن مقداره واحد ثانيه.

* **ملحوظة:**

- التردد = مقلوب الزمن الدوري ز = $\frac{١}{\text{ذ}}$ أو ذ = $\frac{١}{\text{ز}}$
- التردد × الزمن الدورى = ١

أمثـلة

١) جسم مربوط بخيط طوله ٢ متر,ويصنع زاويه مقدارها ٣٠°,احسب:

١. الزاويه بالراديان ٢.المسافه التى قطعها الجسم.

.....

.....

.....

٢) جسم يتحرك فى مدار دائرى بحيث يعمل ٢٠٠ دوره كل ٢٠ ثانيه, اوجد:

١.التردد ٢. الزمن الدورى.

.....

.....

.....

٣) يتحرك جسم دائرياً بواسطة خيط بمعدل ١٢٠٠ دورة في الدقيقة. أحسب:

١) الزمن الدوري ٢) التردد

.....

.....

.....

.....

٤) جسم تردده ٤ هيرتز, احسب عدد الدورات خلال ٣ ثوانى.

.....

.....

.....

٥) جسم كتلته ٢ كجم يتحرك في مدار دائري قطره ٢٠ متر احتاج الجسم إلى ١ ثواني لإتمام ٥ دورات كاملة . احسب ما يلي: ١.الزمن الدوري ٢. التردد الجسم.

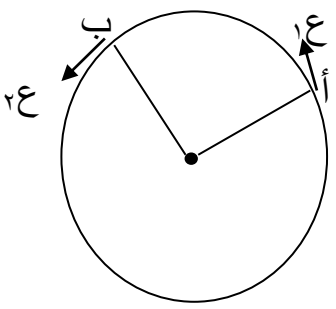
.....

.....

.....

* **ملاحظات عن الحركة الدائرية:**

شكل يوضح الحركة الدائرية حيث:



ع = السرعة المماسية .

هـ = الزاوية المزاحة .

أ.ب = طول القوس (المسافة القوسية).

* السرعة عند أي نقطة على محيط الدائرة تكون مماسية لهذه الدائرية وتسمى السرعة المماسية (ع).

* السرعة تكون ثابتة المقدار متغيرة الاتجاه وتغير الاتجاه هو سبب وجود العجلة المركزية (جـ).

* عندما يكمل الجسم دورة كاملة تكون السرعة قد غيرت اتجاهها بزاوية قدرها ٣٦٠^{o} درجة $(\pi ٢)$ راديان.

* يحتفظ الجسم بمساره الدائرى بسبب وجود قوتين قوة تشدة نحو مركز الدائرة تسمى قوة الجذب المركزية (ق), واخرى مساوية لها مقدارا ومضادة لها فى الاتجاه تسمى قوة الطرد المركزيه.

* في حالة تحريك جسم مربوط بخيط فإن قوة الجذب المركزية تظهر في صورة شد في الخيط.

* **أي جسم يتحرك في مسار دائري له سرعتان هما:**

❖ السرعة الخطية أو المماسية (ع).

❖ السرعة الزاوية او التردد الزاوى (w).

٦) **السرعة المماسية او الخطية او المدارية (ع):** هي معدل تغير المسافة القوسية بالنسبة للزمن.

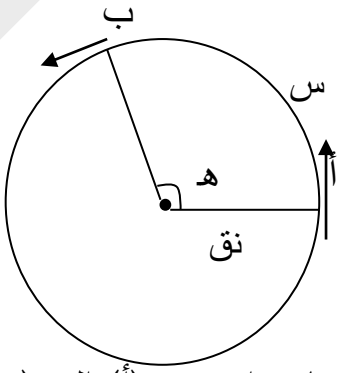
$$ع = \frac{\text{المسافة القوسية}}{\text{الزمن}} = \frac{\text{محيط الدائرة}}{\text{الزمن الدوري}}$$

$$ع = \frac{٢\ \pi\ نق}{ز} \quad \text{أو} \quad ع = ٢\ \pi\ نق\ ذ$$

حيث:

ز = الزمن الدوري ذ = التردد .

٧) **السرعة الزاوية او التردد الزاوى (w) (أوميغا):** هي معدل تغير الزاوية المزاحة بالنسبة للزمن.



هذا الشكل يوضح حركة جسم في مسار دائرة من (أ) إلى (ب) في زمن قدره (ن) حيث سار على محيط الدائرة قاطعاً قوساً (س) صانعاً زاوية (هـ) مع المركز فان:

المسافة = السرعة × الزمن ، **س = ع × ن** .....(١)

يتحرك الجسم بسرعة ثابتة القيمة متغيرة الاتجاه بسبب حركة الجسم في مسار دائري ولذلك فإن المسافة القوسية:

س = نق × هـ ..... (٢)

من العلاقتين (١) و (٢) نجد أن :

ع × ن = نق × هـ ⟵ ع = نق × $\frac{هـ}{ن}$

$\frac{هـ}{ن}$ = هي السرعة الزاوية ويرمز لها بالرمز (w) وينطق (أوميقا). وتقاس بوحدة راديان/ثانية

$$w = \frac{هـ}{ن}$$

* **علاقة بين السرعه الزاوية والسرعة المماسية:**

$$ع = نق \times w$$

* **ملحوظة** : إذا أكمل الجسم دورة كاملة فإن الزاويه هـ= ٣٦٠ درجة = ٢ π ,وان الزمن ن = ز ,فان:

∴ $w = \frac{هـ}{ن} = \frac{٢\pi}{ن} = \frac{٢\pi}{ز}$

* **علاقة السرعة الزاوية بالزمن (ز) و التردد (ذ):**

$$w = \frac{٢\pi}{ز} \quad ** \quad ز = \frac{٢\pi}{w}$$

$$w = ٢\pi ذ \quad ** \quad ذ = \frac{w}{٢\pi}$$

* **علاقة السرعة المماسية بالسرعة الزاوية والزمن الدوري والتردد :**

$$ع = w \times نق$$

$$ع = \frac{٢\pi نق}{ز}$$

$$ع = ٢\pi نق ذ$$

** اذا اهمك امر فتذكر ارحنا بها ي بلال **

ومن يتهيب صعود الجبال ** يعش ابد الدهر بين الحفر

أمثـــلة

١) جسم كتلتة ١ كجم يدور بواسطة خيط طولة ٢ م فى مسار دائرى بحيث يكمل دورتين كل ثانية اوجد:

١.الزمن الدورى ٢.التردد ٣.السرعه المماسيه ٤.السرعة الزاويه.

.....

.....

.....

.....

.....

٦) جسم يدور بواسطة خيط طولة ٨٠ م, بمعدل ٤٠ دورة كل ١٠ ثوانى, احسب:

١.الزمن الدورى ٢.التردد ٣.السرعه المماسيه ٤.السرعة الزاويه.

.....

.....

.....

.....

.....

٧) *جسم يدور في دائرة قطرها ٢ متر فيضع زاوية مركزية قدرها ٩٠ ° في ثانيتين احسب:

١/ الزاوية بالراديان ٢/ سرعة الجسم الزاوية

٣/ سرعة الجسم المماسية ٤/ المسافة التي قطعها الجسم

.....

.....

.....

.....

٨) جسم كتلته ١ كجم يدور بواسطة خيط طوله ٤ متر ، في مسار دائري بحيث يكمل دورتين كل ثانية ، أوجد:- ١.الزمن الدورى ٢.التردد ٣.السرعه المماسيه ٤.السرعة الزاويه.

.....

.....

.....

.....

٩) يدور جسم في مسار دائرة نصف قطره ١٤ متر بسرعة ٧٠ م/ث :جد سرعة الجسم الزاوية:

.....

.....

.....

١٠) جسم كتلته ٢٠٠ جرام يدور بسرعة خطية تساوي ٣م/ث بقوة جذب مركزية ١.٨ نيوتن، جد:

أ) التردد الزاوي ب) عدد الدورات الكاملة خلال ٣ ثواني

.....

.....

.....

.....

.....

١١) جسم يدور بواسطة خيط طوله ٢٠ سم بمعدل ٤٠ دورة كل ٤ ثواني أوجد :

أ/ التردد ب/ السرعة الزاوية ج/ السرعة المماسية

.....

.....

.....

.....

١٢) (٢٠٢٢)جسم صغير يدور فى مدار دائرى نصف قطره ١٠ سم ,فقطع قوسا مقداره ٣١,٤ سم خلال ٥ ثوانى, جد:

أ. مقدار الزاويه المزاحه: .....

ب. عدد الدورات خلال ٣٠ ثانيه:.....

١٣) اذا كانت السرعة الزاوية لجسم متحرك حركة دائرية منتظمة = ٨π راديان\ الثانية جد:

١.التردد. ٢.الزمن الدورى. ٣.السرعة الزاوية للجسم بوحدة درجة\الثانية.

٤.مقدار الزاوية المزاحة خلال ٦ ثوانى بوحدة درجة.

٥.مقدار الزاوية المزاحة خلال ٢٠ ثانية بوحدة الراديان.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

قوة الجذب المركزية

* **قوة الجذب المركزية**: هي القوة اللازمة لكي يدور اي جسم في مسار دائرى و تشدة وتربطة بمركز الدائرة .

* **متى يقال ان الجسم يتحرك حركة دائرية منتظمة ؟**

عندما يتحرك هذا الجسم فى دائرة بسرعة ثابته.

* **في الحركة الدائرية نجد ان سرعة الجسم ثابته ولكن متغيره الاتجاه علي ماذا يدل ذلك ؟**

يدل علي وجود عجلة.

* **نجد ان هذه العجلة تتطلب وجود قوة تؤثر علي الجسم ، اين يكون اتجاه هذه القوة ؟**

يكون نحو مركز الدائرة .

** **عجلة قوة الجذب المركزية (جـ):** هى العجلة الناتجه من تغير متجه السرعه اثناء سير الجسم علي محيط الدائره.

$$\text{جـ} = \frac{\text{ع}^{٢}}{\text{نق}}$$

حيث:

ج: عجلة الجذب المركزية , نق : نصف قطر الدائرة ,ع : سرعة الجسم.

من قانون نيوتن الثانى نجد ان قوة الجذب المركزيه **ق= ك × جـ** ,نعوض قيمة (جـ) فى القانون فان القوة =

$$\text{ق} = \frac{\text{ك} \times \text{ع}^{٢}}{\text{نق}}$$

حيث:

ق: قوة الجذب المركزية , ك : كتلة الجسم

هذه العلاقة تبين ان قوة الجذب المركزية تتناسب **طرديا** مع **كتلة الجسم** ومربع السرعة المماسيه و**عكسيا** مع **نصف القطر**.

* صيغ اخرى لعجلة وقوة الجذب المركزية :

عجلة الجذب المركزية	قوة الجذب المركزية
جـ = $\frac{ع^{٢}}{نق}$	ق = ك × $\frac{ع^{٢}}{نق}$
جـ = $w^{٢}$ × نق	ق = ك × $w^{٢}$ × نق
جـ = ع × w	ق = ك × ع × w

ق : قوة الجذب المركزية ع : سرعة الجسم

ك : كتلة الجسم س : السرعة الزاوية

* قوة الجذب المركزية بدلالة الزمن الدوري و التردد:

ق = $\frac{ك ع^{٢}}{نق}$ ⟵ عوض قيمة ع = $\frac{\pi ٢}{ز}$ × نق او ٢ π نق ذ

$$ق = \frac{٤ \pi^{٢} ك نق}{ز^{٢}} \quad \text{او} \quad ق = ٤ \pi ك نق ذ^{٢}$$

** بدل ان تلعن الظلام اوقد شمعة **

امثـــــلة

١. جسم كتلته ٨ كجم يتحرك بسرعة زاوية قدرها ٢ راديان/ث فاذا كانت سرعته المماسية ٤ م/ث. جد: قوة الجذب المركزية؟

.....

.....

.....

.....

.....

٢. جسم كتلته ١٠ كجم يدور بسرعة زاوية قدرها ٥ درجات/ث في مسار دائرى نصف قطرها ٤ امتار

احسب: أ/ سرعته المماسية ب/ عجلته المركزية ج/ قوة الجذب المركزية

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٣. جسم كتلته ٥ كجم يدور فى دائرة نصف قطرها ٣ م بمعدل ٢ دورة كل ثانية, جد:

١.السرعة الزاوية ٢.السرعة الخطية ٣.قوة الجذب المركزية.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٤. جسم كتلته ٤٠ جم يتحرك على محيط دائرة نصف قطرها ٢٠ سم يكمل ٢٠ دورة خلال ٤٠ ثانية جد:

ا.الزمن الدورى ٢.التردد ٣.السرعة الزاوية ٤.السرعة الخطية

٥.العجلة المركزية ٦.قوة الجذب المركزية.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٥. احسب القوة اللازمة لجعل جسم كتلته ٢٠٠ جرام يتحرك في مسار دائري أفقي نصف قطره يساوي ٥٠ سم في زمن دوري مقداره (٠.٥) ثانية، خذ (π^2 = ١٠)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٦. كرة كتلتها ٠,٥ كجم مربوطة في طرف خيط طوله ٠,٥ متر و يعمل ١٤ دوره كل ٢ ثانية ($\pi = \frac{٢٢}{٧}$) احسب:

أ/ الزمن الدوري ب/ التردد د/ السرعة الزاوية د/ الزاوية المزاحه (هـ)

هـ/ السرعة المماسية و/طول القوس المقطوع ز/ قوة الشد في الخيط

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٧. يتحرك جسم فى مسار دائرى منتظم نصف قطرة ١٠ متر فقطع مسافة ٣,١٤ متر خلال ٥ ثوانى,جد:

(١) مقدار الزاوية المزاحة:

.....

.....

.....

.....

(٢) التردد:

.....

.....

(٣) عدد الدورات الكاملة خلال ٢ ثانية:

.....

.....

.....

٨. يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة نصف قطرها ١٠ م فقطع مسافة ٦٠ م خلال ٣ ثوانى, جد:

١.الزمن الدورى ٢.عجلة الجذب المركزية. ٣. قوة الجذب المركزيه

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٩. كرة من الحديد كتلتها ٢٥٠ جم مربوطة بطرف خيط طولة ٤ امتار وعندما ادير الخيط حول محور ثابت انتظم فى مسار دائرى بمعدل ٦٠ دورة لكل دقيقتين. جد:

١.تردد حركة الكرة ٢.الزمن الدورى للكرة ٣.السرعة الزاوية للكرة ٤.قوة الشد فى الحيط.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

** ومن لم يذق مر التعلم ساعة **** تجرع مر الجهل طول حياتة **

قوة الطرد المركزية

هي قوة تعمل كرد فعل لقوة الجذب المركزية واتجاهها الى الخارج وهى قوة ليست اصلية.

* **تعتبر قوة الطرد المركزية قوة غير اصلية؟**لانه لا يظهر اثرها الا في حالة انعدام قوة الجذب المركزية.

* **تاثيرات قوة الطرد المركزية فى حياتنا اليومية** :

١. منع سقوط السفن الفضائية نحو الارض.

٢. رواد الفضاء داخل السفينة فى حالة انعدام وزن.(لان محصلة القوة المؤثرة عليهم= صفر).

٣. حركة السوائل نحو جدار الاناء اذا اجبر على حركة دائرية دون امداده بقوة جذب مركزية كافية .

٤. فرز السوائل مختلفة الكثافة عن بعضها البعض.

٥. امالت اجسام الركاب في الاتجاه المعاكس لاتجاه دوران سيارة غيرت اتجاهها فجأة.

* **يتم فرز السوئل عن بعضها بواسطة جهاز يسمى ؟** النابذة .

* **تعريف جهاز النابذة؟** هو جهاز يقوم بفصل السوائل مختلفة الكثافة عن بعضها البعض عن طريق تسليط قوة طرد مركزية عليها.

* **استخدمات جهاز النابذة:**

١/ فرز السكر عن المولاص. ٢/ فرز البلازما عن الدم.

٣/ فرز الذبدة عن اللبن. ٤/ فرز الاملاح عن البول.

٥/ استخلاص الذهب ٦/ الغرف الدواره. ٧/ تجفيف الملابس في الغسالات.

* **الحركة الدائرية علي سطح الارض** :

نلاحظ في حياتنا اليومية ان راكبي درجات السباق يميلون بزاوية معينة مع الطريق عند السير بسرعات عالية وذلك حتى يولدون قوة جذب مركزية .

* السيارات لا تستطيع الميلان عند السير بسرعة عالية في الطريق الدائرية لذلك لا توجد قوة جذب مركزية عدا التى يوفرها احتكاك السيارة مع سطح الارض .

* **يختل توازن السيارات اذا سارت بسرعة كبيرة في مسار دائرى ؟**

عدم قدرة السيارة على الميلان يؤدى الى عدم توفير قوة جذب مركزية لازمة تحفظ السيارة في مسارها .

* **يتم رصف طرق المرور السريع بحيث تميل بزاوية مع المستوى الافقي؟**

لامداد السيارة بقوة جذب مركزية.

* **اذا كانت الدراجة تسير في خط مستقيم :**

ففى هذه الحالة نجد ان قوة الفعل = قوة رد الفعل (الوزن)

ر = و

* **عندما تتحرك الدراجة في مسار دائرى :**

نلاحظ فى سباقات الدراجات ان الدراجه بسائقها تميل نحو مركز الدائرة التى يعتبر المنحنى جزء منها, ونتيجة للميلان تصبح لردة الفعل (ر) مركبتان هما:

مركبة افقية = ر جاهـ (تتجة نحو مركز الدائرة التى يعتير المنحنى جزء منها وهة تمثل قوة الجذب المركزية التى تحفظ الدراجة فى المنحنى).

ق = ر جاهـ ⟵ (١)

مركبة راسية = ر جتاهـ (وهى تعادل وزن الجسم (و)).

و = ر جتاهـ ⟵ (٢)

بقسمة (١) و (٢) نجد ان قوة الجذب المركزية الناتجة عن الميلان =

ق = و ظاهـ ق = ك × د × ظاهـ

* كلما كانت زاوية الميلان كبيرة كلما كانت القوة الناتجة كبيرة .

* **اذا كانت الزاوية هـ = صفر ماذا يعنى ذلك ؟**

يعنى انة لا يوجد ميلان وهذا يدل على انه لا توجد قوة جذب مركزية (عدا الاحتكاك) .

* يزداد الميلان كلما كانت السرعة المسموح بها كبيرة.

* **حساب السرعة المسموح بها في الطريق المائل:(السرعه الامنه):**

هى اقصي سرعه يتحرك بها الجسم دون ان ينحرف عن مساره ويفقد السيطره.

لكى تكون السيارة مستقره في مسارها الدائرى لابد من ان :

قوة الجذب المركزية = قوة الجذب المركزية الناتجة عن ميلان الطريق

$$\frac{ك\ ع^{٢}}{نق} = ك \times د \times ظاهـ$$

$ع^{٢} = نق\ د\ ظا\ هـ$ او $ع = \sqrt{نق\ د\ ظا\ هـ}$

حيث :

ع = سرعة السيارة ,نق = نصف قطر المنحنى ,هـ = زاوية ميلان الطريق.

قيمة السرعة (ع) فى العلاقة السابقة اذا زادت السيارة عنها فانها تصبح غير مستقرة وربما تخرج عن مسارها, اما الدراجة فتزيد زاوية ميلانها كلما زادت سرعتها.

* **لحساب زاويه الميلان:**

المعطيـــــات	القانـــــون
قوة الجذب المركزيه الناتجه عن الميلان	$\text{ظاهـ} = \frac{\text{ق}}{\text{ك} \times \text{د}}$
السرعه الامنه	$\text{ظاهـ} = \frac{\text{ع}^2}{\text{نق} \times \text{د}}$
قوة الجذب المركزيه ورد الفعل	$\text{جاهـ} = \frac{\text{ق}}{\text{ر}}$
الوزن ورد الفعل	$\text{جتاهـ} = \frac{\text{و}}{\text{ر}}$
الزاويه التي جيبها $= \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}}$	نستخدم قاعدة فيثاغورث لايجاد الضلع الثالث ونوجد ظل الزاويه $= \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$

امثـــلة

١. سيارة كتلتها ١٠٠ كجم تسير في طريق منحنى بسرعة ١٠٨ كلم / ساعة اذا كان نصف قطر انحناء الطريق ٢٠ متر ويميل بزاوية ٤٥° جد:

١/ قوة الجذب المركزية الناتجه عن الميلان ٢/ السرعة المسموح بها ٣/ هل السرعة مناسبة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٢. سيارة تسير في طريق منحنى بسرعة ٧٢ كلم / ساعة اذا كان نصف قطر الطريق ٤٠ متر جد زاوية ميل الطريق المناسبة لحفظ السيارة في مسارها الدائري.

.....

.....

.....

.....

.....

٣. (٢٠٢٢) راكب دراجه كتلته هو والدراجه ٨٠ كجم يسير فى منعطف دائرى نصف قطره ١٠ سم وبسرعه قصوى امنه تعادل ٤ م/ث, فاذا كانت عجلة الجاذبيه الارضيه = ١٠ م/ث^{٢} .جد:

أ. زاوية ميلان الدراجه:

.....

.....

ب.قوة الجذب التى يوفرها الميلان:

.....

.....

٤. سيارة كتلتها ٤٠٠ كجم تسير في طريق منحنى بسرعة ٤٠ م / ث اذا كان نصف قطر انحناء الطريق ١٠ متر ويميل بزاوية ٤٥^{o} جد:

١/ قوة الجذب المركزية الناتجه عن االميلان ٢/ السرعة المسموح بها ٣/ هل السرعة مناسبة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٥. راكب دراجة يسير بسرعة ٦ م/ث فى منحنى دائرى نصف قطرة ١٠ م/ث. جد زاوية الميلان التى تجعلة يكمل سيرة بامان وبنفس السرعة. (د= ١٠ م/ث).

.....

.....

.....

.....

.....

٦. سيارة تسير في طريق منحنى بسرعة ١٤٤ كلم / ساعة اذا كان نصف قطر الطريق ٤٠ متر جد زاوية ميل الطريق المناسبة لحفظ السيارة في مسارها الدائري

.....

.....

.....

.....

.....

٧. بكره نصف قطرها ٢٠سم تسحب بخيط بمعدل ٦ راديان/ث جد طول الخيط المسحوب في دقيقة.

.....

.....

.....

.....

.....

تمـــارين

* **عـــرف الاتي:**

١) الحركة الدائرية المنتظمة: .....

٢) الهيرتز: .....

٣) الزاوية المزاحة: .....

٤) الدورة الكاملة: .....

٥) الزمن الدوري (ز): .....

٦) التردد (ذ): .....

٧) السرعة الزاوية (ω): .....

٨) التردد الزاوي: .....

٩) المسافة القوسية: .....

١٠) السرعة المماسية: .....

١١) قوة الجذب المركزية: .....

١٢) الراديان: .....

* **اكمل الأتـــى:**

١. ..... هي قوة تعمل كرد فعل لقوة الجذب المركزية واتجاهها الى الخارج وهى قوة ليست اصيلة.

٢. عندما يكمل الجسم دورة كاملة فانة يصنع زاوية مقدارها.....

٣. عندما يكمل الجسم دورة كاملة فان الزمن يسمى .....

٤. التردد الزاوى يتناسب طرديا مع تردد الجسم وعكسيا مع.....

٥. التردد الزاوى يقاس بوحدة.....

٦. التردد × الزمن الدورى =.....

٧. تمنع سقوط السفينة الفضائية نحو الارض.....

٨. نلاحظ في حياتنا اليومية ان راكبي درجات السباق يميلون بزاوية معينة مع الطريق عند السير بسرعات عالية وذلك حتى يولدون.....

٩. القانون $ع^{٢}$ = **س ص ظاهـ** ,حيث ع= السرعة الامنة لجسم يسير فى مسار دائرى, وضح ما تشير الية الرموز: س=..... ص= .....

١٠. لكى تكون السيارة مستقره في مسارها الدائرى لابد من ان :

قوة ..... = قوة .....

١١. اذا كانت الدراجة تسير في خط مستقيم ففى هذه الحالة نجد ان:

قوة الفعل = ...

* **اذكر الاتى:**

١. مثالين لجسم يتحرك حركة دائرية:

.....

٢. مثالين لقوة الطرد المركزية:

.....

٣. استخدامات جهاز النابذة:

.....

* **علل لما يأتى:**

١) راكبى السيارات يميلون بزاوية عند السير بسرعات عالية:

.....

٢) يختل توازن السيارات اذا سارت بسرعة كبيرة في مسار دائرى:

.....

٣) قزة الطرد المركزية قوة ليست اصيلة: .....

٤) يتم رصف طرق المرور السريع في المنحنيات بحيث تميل بزاوية مع المستوى الافقي:

.....

* **حل المسائل التالية:**

١. يتحرك جسم دائرياً بواسطة خيط بمعدل ٦٠٠ دورة في الدقيقة.أحسب:

١) الزمن الدوري ٢) التردد

.....

.....

٢. جسم كتلته ٢ كجم يتحرك في مدار دائري قطره ١٠ متر احتاج الجسم إلى ١٠ ثواني لإتمام ٥ دورات كاملة . احسب ما يلي: ١- الزمن الدوري ٢- تردد الجسم.

.....

.....

٣. جسم كتلته ١ كجم يدور بواسطة خيط طوله ٨٠ متر ، في مسار دائري بحيث يكمل دورتين كل ثانية ، أوجد:- أ/ الزمن الدوري ب/ التردد ج/ السرعة المماسية

.....

.....

.....

.....

٤. جسم يدور بواسطة خيط طوله ١٠ م بمعدل ٢٠ دورة كل ٤ ثواني أوجد :

أ/ الزمن الدورى ب/ السرعة الزاوية ج/ السرعة المماسية

.....

.....

.....

٥. يدور جسم في مسار دائرة نصف قطره ١٠ متر بسرعة ١٠٠ م/ث : جد سرعة الجسم الزاوية:

.....

.....

٦. يدور حجر كتلته ٤٠٠ جرام. مربوط بخيط طوله ١٠سم بمعدل ٦٠٠ دورة في الدقيقة . أحسب:

١- الزمن الدوري ٢- التردد

٣- التردد الزاوي ٤- السرعة المماسية ٥- قوة الجذب المركزية

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٧. دراجه تتحرك فى طريق دائرى اذا كانت قوة رد الفعل الناتجه عن ضغط الارض على اطارات الدراجه ١٥٠ نيوتن وقوة الجذب الناتجه عن الميلان ٧٥ نيوتن, اوجد:

ا. مقدار زاوية الميلان

ب. السرعه المسموح بها اذا كان نصف قطر الطريق ٨٠ م/ث ٣ متر.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٨. جسم كتلته ٢٠٠ كجم يدور بسرعة خطيه تساوي ٣ م/ث بقوة جذب مركزية ١.٨ نيوتن، جد:

أ) التردد الزاوي ب) عدد الدورات الكاملة خلال ٦ ثواني

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٨. سياره وزنها ٤٠ $\sqrt{٣}$ كيلو تتحرك في طريق دائرى قطره ٤٠ $\sqrt{٣}$ متر,فاذا كان ردفعل الطريق ٨٠ كيلو نيوتن وعجله السقوط الحر ٩,٨ م/ث^{٢} جد الاتى:

أ. زاويه ميلان الطريق علي الافقي.

.....

.....

ب.قوه الجذب المركزيه التي يوفرها ميلان الطريق للسياره.

.....

.....

ت.السرعه الامنه لهذا الطريق.

.....

.....

٩. قطار كتلته ١٠^{٦} طن يسير في طريق منحني قطره ٦٠ متر ويميل علي الامستوى الافقي بزاويه جيبها $\frac{٣}{٥}$ اذا علمت ان عجله السقوط الحر ١٠ م/ث^{٢} جد الاتي:

ا. قوه الجذب المركزيه التي يوفرها الميلان.

.....

ب.السرعه الامنه لهذا الطريق.

.....

.....

١٠.عجله الجذب المركزيه في الحركه الدائريه تم التعبير عنها بحروف غير مالوفه كالاتى:

جـ$_{م}$ $\alpha_{م}$ $\frac{ى}{2}$ اجب عن الاتي.

أ. المقدار الثابت =

ب. ى تمثل =

جـ. م^{٢} تمثل=

د. $\frac{\pi 2}{م}$ تمثل =

١١. ما هو الزمن اللازم لعقرب الثواني لساعه حائطيه مظبوطه؟ وجد سرعته الزاويه؟

.....

.....

١٢.جسم كتلته ٤٠٠ جم مربوط بخيط طوله ٢ سم يدور بحيث يقطع مسافه ٨ مترفي ٤ ثواني.احسب:

أ.السرعه المماسيه.

.....

.....

ب. قوة الشد في الخيط.

.....

.....

جـ.السرعه الزاويه.

.....

.....

١٣.حجر صغير كتلته ١٥٠ جم مربوط بخيط طوله ٥٠ سم ويدور في حركه دائريه بسرعه ٣٠٠ دوره في الدقيقه. جد الاتي:

ا. تردد الجركه.

.....

.....

ب. عدد الدورات في ٣ ثواني.

.....

.....

جـ. قوة الجذب المركزيه.

.....

.....

د.سرعه الحجر لحظه انقطاع الخيط.

.....

.....

١٤. طريق منحني علي الافقي بزاويه هونصف قطر انحنائه ٢٠ $\sqrt{٣}$ متر واقصى سرعه مماسيه يتحملها الطريق ١٤ م/ث^{٢} احسب زاويه ميلان هذا الطريق علما بان عجله السقوط الحر ٩,٨ م/ث^{٢} جد الاتى:

.....

.....

.....

١٥.يدور جناح مروحه ٣٠٠ دوره خلال دقيقه,فاذا كان طول الجناح ٧٠ سم جد:

ا. السرعه المماسيه.

.....

.....

ب. العجله المركزيه.

.....

.....

١٦. شاحنه كتلتها ٨ طن تسير في طريق منحني نصف قطر انحنائه ١٢٠ متر ويميل علي المستوى الافقي بزاويه ظلها $\frac{٣}{٤}$ وعجله الجاذبيه الارضيه ١٠ م/ث^{٢} جد:

ا. قوة الجذب التي يوفرها الميلان.

.....

.....

ب. السرعه القصوى الامنه للطريق.

.....

.....

١٧. سياره كتلتها طن تتحرك بسرعه ٢٠ م/ث في طريق دائرى نصف قطره ١٠٠ متر اذا كانت عجله الجاذبيه ١٠ م/ث^{٢} وظل زاويه الميلان ٠,٣ . احسب.

ا. القوه الحقيقيه لسير السياره.

.....

ب. القوه التي يوفرها الميلان.

.....

جـ. السرعه الامنه لهذا الطريق.

.....

د. هل السرعه مناسبه للطريق.

.....

هـ. هل زاويه الميلان مناسبه لهذ الميلان.

.....

حـ. اذا كانت الزاويه غير مناسبه احسب الزاويه المناسبه.

.....

١٨. حجر كتلته (ك) مربوط بطرف خيط طوله (ل) يتحرك تحت تأثير قوة شد (ق) بسرعة (ع) مستخدماً الرموز أعلاه. أكتب العلاقة التي يمكن بها إيجاد (ع):

أ) العلاقة هي ع = ...

.....

.....

ب) إذا زادت سرعة الحجر أعلاه وانقطع الخيط ماذا يحدث؟

.....

__*اكمل:__

١. تردد الارض حول محورها = ...دوره/الساعه.

٢. تردد الارض حول الشمس = ...دوره/اليوم.

** __ضع المفهوم الفيزيائى المناسب:__

١. حركه جسم علي محيط دائره بسرعه خطيه ثابته المقدار ومتغيره الاتجاه. ( ).

٢. النسبه بين طول المسار الدائرى للقمر الصناعي وسرعته. ( ).

٣. قوه فى اتجاه المركز وعموديه علي متجه السرعه اثنا حركه الجسم. ( ).

٤. اقصي سرعه تسير بها السياره في طريق دائرى. ( ).

٥. الزاويه المركزيه التي يقاتبلها قوسا طوله ١ سم في دائره نصف قطرها ١ سم. ( ).

٦. معدل تغير الزاويه المزاحه. ( ).

٧. جهاز يعمل وفق قوه الطرد المركزيه ويستخدم فى فصل المحاليل مختلفه الكثافه. ( ).

٨. زاويه طول قوسها يساوي نصف قطر الدائره. ( ).

* **ضع علامة (√) امام العبارة الصحيحة وعلامة (×) امام العبارة الخطا :**

قوة الطرد المركزى هى =

١/ قوة حقيقة. ( )

٢/ تجذب الجسم نحو الخارج. ( )

٣/ اكبر من قوة الجذب المركزية. ( )

٤/ اثرها يظهر بعد زوال قوة الجذب المركزية. ( )

التعليلات:

١. وجود عجله في الحركه الدائريه رغم ثبات السرعه.

.....

٢. حركه جسم مربوط بخيط طويل اسهل من حركته بخيط قصير.

.....

٣. قوة الجذب المركزيه لا تبذل شغلا.

.....

٤. ترصف طرق المرور السريع في المنحنيات بحيث تكون مايله.

.....

٥. لا توجد قوة جذب اذا لم يوجد ميلان.

.....

٦. الركاب في سياره مسرعه يميلون في الاتجاه المعاكس لحركه سياره غيرت اتجاهها فجاءه.

.....

٧. بعض السيارات تفقد توازنها اثناء انعطافها رغم وجود ميلان.

.....

٨. وجود فرق بين الشهر القمرى الحقيقى والشهر القمرى المستخدم فى التقويم الهجرى.

.....

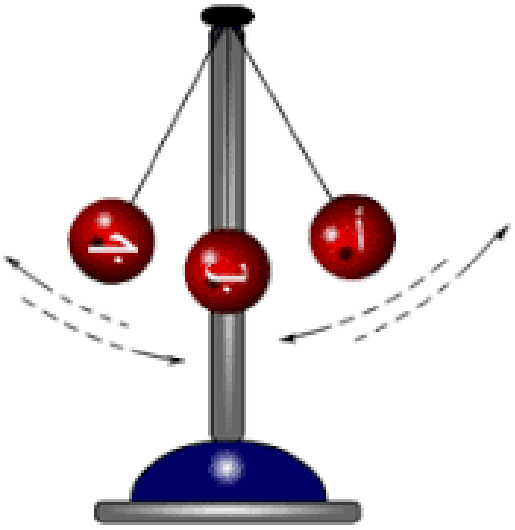
٩. يطل القمر بوجه واحد علي الارض.

.....

١٠. نرى انخفاض في منتصف سطح السائل عند تحريكه بمحرك. .....

الفصل الثانى

الحركـــــة الاهتزازيـــــة



الاهتزازة الكاملة

* * اخى لن تنال العلم الا بستـــــة :

ذكـــــاء وحرص واجتـــــهاد وبلغة وصحبة استـــــاذ وطول زمان

*****

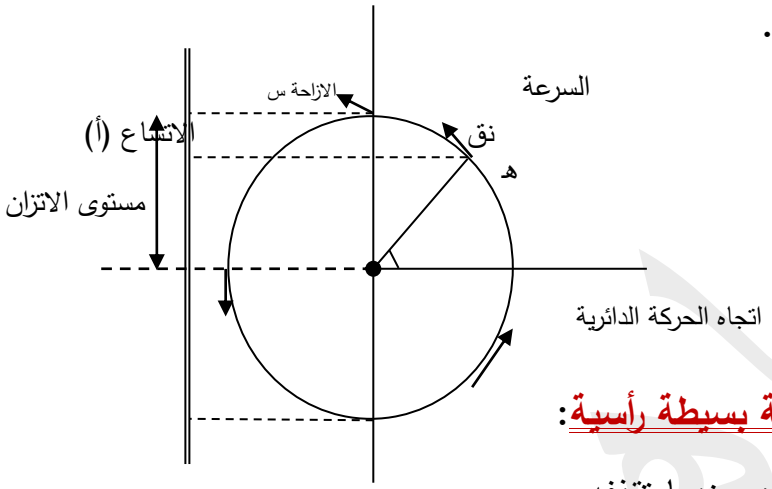
الحركة الاهتزازية

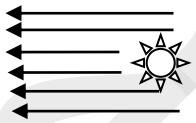
❖ **الحركة الاهتزازية:**

هي حركة يهتز فيها الجسم بين موضعين ثابتين، ومن أنقى صورها الحركة التوافقية البسيطة.

❖ **تعريف الحركة التوفيقية البسيطة:**

هى ظل او مسقط الحركة الدائرية.





❖ **أمثلة لأجسام تتحرك حركة توافقية بسيطة رأسية:**

١- حركة فلين في بركة ماء ساكن عندما تقذفه بحجر.

٢- حركة الميزان الزنبركي (البندول الزنبركي)

❖ **أمثلة لأجسام تتحرك حركة توافقية بسيطة أفقية:**

١-البندول البسيط ٢- الأرجوحة.

❖ **مصطلحات الحركه التوافقيه:**

١) **موضع الاتزان او مستوى الاتزان:** هو الوضع الطبيعي للمنظومة وهي ساكنة.

٢) **الإزاحة:** هي المسافة من مستوى أو موضع الاتزان.(ازاحة الجسم بعيدا عن موضع الاتزان).

٣) **الاتساع:** هو أقصى إزاحة للجسم عن مستوى أو موضع الاتزان.

٤) **طول القوس :** هى رحله الذهاب والاياب من نقطه الاتزان.

٥) **الذبذبة الكاملة:** هي رحلة الذهاب والإياب التي يستغرقها جسم يتحرك من نقطة ما ليعود لنفس النقطة في نفس اتجاه حركته الابتدائية.

الذبذبة الكاملة = ٤ × الاتساع

طول القوس = ٢ × الاتساع

٦) **الزمن الدوري (ز):** هو الزمن اللازم لعمل ذبذبة كاملة.

٧) **التردد (ذ):** هو عدد الذبذبات الكاملة في الثانية الواحدة.

٨) **السرعة الزاوية (ω)(التردد الزاوي):** مقدار الزاوية المزاحة في الثانية الواحدة.

❖ **معادلات الحركة التوافقية البسيطة:**

١-معادلات الإزاحة (ص):

$$\text{ص} = \text{أ جا } \omega \text{ ن}$$

أ= الاتساع ω = التردد الزاوي ن = الزمن الدوري

- أقصى ازاحة عندما جا ω ن = ١ وذلك عندما تكون ω ن = ٩٠ = $\frac{\pi}{٢}$
- وفي هذه الحالة $\boxed{\text{ص} = \text{أ}}$
- **تعريف آخر للاتساع:** الاتساع = أقصى إزاحة
- أقل ازاحة عندما جا ω ن = صفر وذلك عندما تكون ω ن = ٠
- الإزاحة = صفر عند عند موضع الاتزان وبالتالي تنعدم القوة وطاقة الوضع.
- جا اى عدد صحيح زوجى او فردى ل**π** = صفر. مثلا (جا **π**٢=٠) و (جا **π**٣=٠)

٢- معادلة السرعة (ع):

السرعة = $\frac{\text{دف}}{\text{دن}}$ (نفاضل معادلة الازاحه)

$$\text{ع} = \text{أ } \omega \text{ جتا } \omega \text{ ن}$$

- أقصى سرعة عند موضع الاتزان و بالتالي أقصى طاقة حركة وذلك عندما تكون جتا ωن = ١ **وذلك عند الزاويه** ωن = صفر .
- أقل سرعة عندما تكون جتاωن = صفر ،وذلك عند الزاويه ωن = ٩٠° (عند الاتساع).
- جتا اى عدد صحيح زوجى ل**π** = ١. مثلا (جتا **π**٢=١).
- جتا اى عدد صحيح فردى ل**π** = ١-. مثلا (جتا **π**٣=-١).

٣- معادلة العجلة (جـ):

$$\text{ج} = \frac{\text{دع}}{\text{دن}} = -\text{أ } \omega^{٢} \text{ جا} \omega \text{ ن} \quad \text{أو} \quad \text{جـ} = -\omega^{٢} \text{ ص}$$

- تنعدم العجلة عند موضع الاتزان و بالتالي تنعدم القوة.

- علامة السالب تعنى ان اتجاه العجلة (جـ) تكون فى عكس اتجاه الزياده فى الازاحه.لان العجلة فى الحركه التوافقيه باتجاهها هذا تعمل على منع الذياده فى الازاحه,لذلك تقف الحركه عند الاتساع (أ) وهو سبب توقف الجركه ورجوع الجسم للاتجاه الاخر.
- ما ينطبق على الازاحه ينطبق على العجله.
- المعادلة جـ = − ω^2 ص هى تربط بين الازاحه والعجله ومنها يمكن إيجاد تعريف آخر للحركة التوافقية البسيطة وهي:

الحركة التي تتناسب فيها العجلة طردياً مع سالب الإزاحة.

* **قوانين اخرى:**

الحاله	القانون
اقصى ازاحه للجسم	ص = أ
اقصى سرعه للجسم	ع = أ ω
اقصى عجله للجسم	جـ = − أ ω^2

* **مهم جدا:**

١. **عند موضع الاتزان نجد ان:**

أ. الازاحه = صفر ب. العجلة = صفر جـ. القوه = صفر د. طاقة الوضع = صفر

د. السرعه تكون فى اعلى قيمة لها هـ. طاقة الحركه تكون فى اعلى قيمة لها.

٢. **عند اقصى ازاحه نجد ان :**

أ. السرعه = صفر ب. طاقة الحركه = صفر جـ.الازاحه,العجلة, طاقة الوضع والقوه تكون اعلى قيمة لها.

٣. **لايجاد اقصى طاقة حركه للجسم الذي يتحرك حركه توافقيه بسيطه:وهى تكون عند اقصى سرعه.**

طح = ½ ك ع^2 ⟸ ½ ك (أ ω)^2

٤. **لايجاد اقصى قوة مسببه للعجله لجسم يتحرك حركه توافقيه بسيطه: وهى تكون عند اقصى عجله.**

ق = ك × جـ ⟸ ق = ك × أ × ω^2

أمثـــلة

١) يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة وفق المعادلة ص = ١٠ جا٢π ن. جد:

١/ اتساعه ٢/ تردده الزاوي ٣/ تردده

.....

.....

.....

.....

.....

٢) يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة وفق المعادلة: ٢ ص = ٢ جا٤π ن متر. جد:

١/ اتساعه ٢/ تردده الزاوي ٣/ زمنه الدوري

.....

.....

.....

.....

.....

٣) يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة وفق المعادلة: ص = ٢ جاπ ن متر. جد:

١/ اتساعه ٢/ تردده الزاوي ٣/ الازاحه بعد ٢ ثانيه

.....

.....

.....

.....

.....

٤) يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة باتساع قدره ٢ متر وتردده ١٦/١ هيرتز :

١/ اكتب معادل حركته ٢/ أحسب الازاحة بعد ٢ ثانية ٣/ السرعة والعجلة بعد ثانيتين من بداية حركته

.....

.....

.....

.....

.....

٥) يتحرك جسم في حركة توافقية باتساع قدره ٥ متر وتردد مقداره ٥ هيرتز. جد معادلة الحركة التوافقية للجسم وجد كذلك سرعته وعجلته بعد ٤ ثواني من بداية الحركة.

.....

.....

.....

.....

.....

٦) جسم يتحرك حركة توافقية بسيطة وفق المعادلة ص = ٢ جا (ω ن) فإن مقدار الزاوية المزاحة =

.....

.....

.....

٧) زنبرك يتذبذب ١٢ ذبذبة في ٣ ثواني، أحسب الزمن الدوري والتردد؟

.....

.....

.....

.....

.....

٨) يتحرك جسم في حركة توافقية بسيطة باتساع قدره ٠.٠٥ متر وتردد مقداره ٥ ذبذبة/الثانية. جد معادلة الحركة التوافقية للجسم كذلك سرعته وعجلته بعد مرور ٤ ثواني من بداية الحركة.

.....

.....

.....

.....

.....

٩) (٢٠٢٢) اذا كانت عجلة حركه توافقيه بسيطه = − ٢٥ ص م/ث^{٢}. جد:

أ. التردد الزاوى للحركه: .....

ب. تصل الحركه الى اقصى قيمه لها عند ص = ...

١٠) يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة وفق المعادلة ع = ٤π جتا٤٠ π ن. جد: اتساعه وتردده الزاوي

.....

.....

.....

.....

.....

١١) يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة بتردد مقداره ٤ هيرتز واتساع يعادل ٢ متر. جد:

١-التردد الزاوي

٢-موضع الجسم بعد ثانيتين ونصف من بداية الحركة

٣-الزمن اللازم لإكمال ذبذبتين كاملتين.

.....

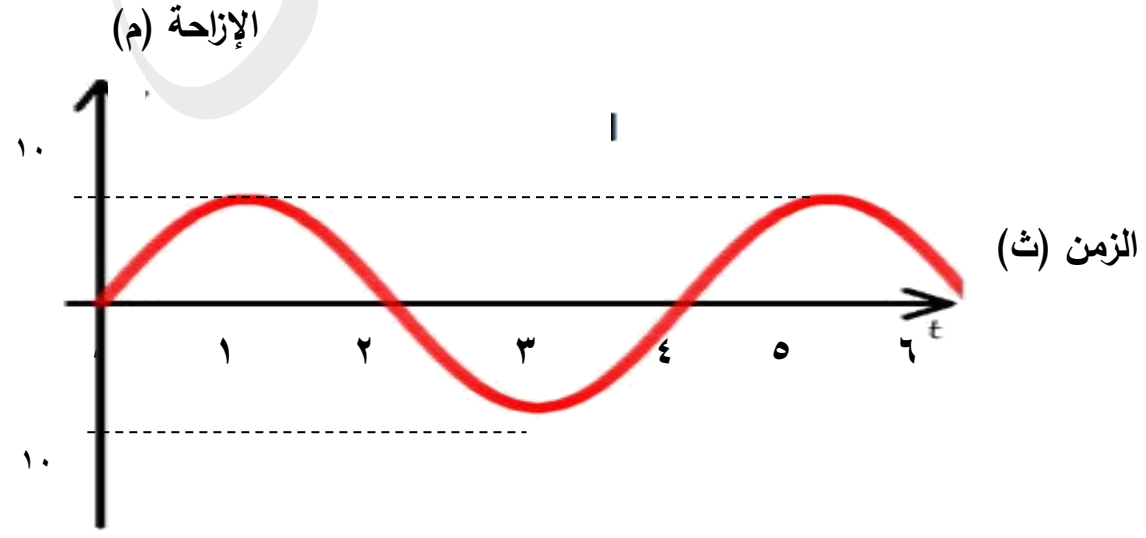
.....

.....

.....

.....

١٢) الرسم التالي يمثل اهتزازة كتلة ما في حركة توافقية بسيطة. ادرس الشكل ثم أجب على الأسئلة:



١- السعة . الاتساع = ...

٢-الزمن الدوري (ز) = ...

٣- التردد الزاوي (ω) = ...

٤- متى تنعدم السرعة؟ .....

٥-متى تنعدم الإزاحة و العجلة و القوة؟ .....

٦- أقصى سرعة = ...

٧- أقصى عجلة = ...

٨- الطول الموجي = ...

١٣) جسم يتحرك حركة توافقية بسيطة وفق المعادلة = $\sqrt{3}$ = ٢ جا (ω ن) فإن مقدار الزاوية المزاحة (ω ن) = ... درجة =..... راديان

١٤) جسم كتلته ٢ كجم يتحرك جسم في حركة توافقية بسيطة وفق المعادلة: ص = ٤ جا π ن متر, جد:

١) اتساعه (أ) ٢) تردده الزاوي (ω) ٣) تردده ٤) اقصى طاقة حركه للجسم

٥) اقصى قوة مسببه لعجلة الجسم.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

١٥) بندول بسيط طول خيطه ٤٠ سم في منطقه عجله الجاذبيه ١٠ متر/ث^{٢} ازيح مسافه ٥ سم احسب: أ. التردد الزاوى ب. عجله حركة البندول.

.....

.....

.....

١٦) يتحرك جسم حركه توافقيه وفق المعادله: جـ = −١٢$\pi^{٢}$ جا(٢π ن) جد:

ا. الزمن اللازم لاكمال ٤ ذبذبات ب. طول الذبذبه الكامله. جـ. اقصى عجله

د. اذا كانت كتله الجسم ١ طن احسب اقصى طاقه حركه.

.....

.....

.....

.....

.....

١٧) جسم يتحرك حركه توافقيه اذا كان الاتساع ٢ سم والتردد ٢٠ هيرتز. اوجد:

ا. معادله حركة الجسم ب. السرعه. جـ.العجله بعد ثانيتين من بداية الحركه.

.....

.....

.....

١٨) يتحرك جسم حركه توافقيه بسيطه باقصي ازاحه ١٠ سم وتردد ٥ هيرتز,جد سرعه الجسم بعد ,٠٠٥, ثانيه.

.....

١٩) كتله مقدارها ٤٠ جم تتحرك حركه توافقيه وفق المعادله: ص = جا(٢π ن) جد:

ا. التردد ب. السرعه بعد ثانيه. جـ. اقصى طاقه حركه. د. اقصي قوه مسببه للحركه

.....

.....

.....

.....

٢٠) جسم يتحرك حركه توافقيه وفق المعادله : ٢ص = ٦ جا(٤٠π ن) اوجد:

أ.اقصى سرعه ب. تردد الحركه.

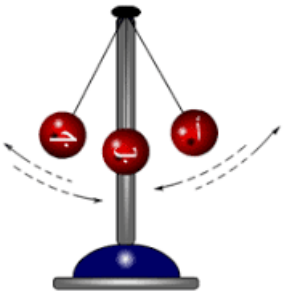
.....

.....

البـــــندول البســـــيط

هو عبارة عن جسم مربوط بخيط طويل نسبياً ومثبت أعلاه في نقطة تعليق.

* **يتكون البندول البسيط في أبسط صورة من:**



١) كرة معدنية

٢) خيط

٣) نقطة تعليق

* **هناك قوتان تؤثر على جسم البندول هي:**

١) وزن الجسم (كرة البندول) لأسفل ٢) الشد في الخيط (الأعلى)

السبب الرئيسي لرجوع كرة البندول لموضع الاتزان هو وجود قوة تعمل على إرجاع الجسم المهتز إلى وضع الاتزان وهي تعمل في الاتجاه المعاكس لحركة الجسم لذا تؤخذ سالبة الإشارة.

* **الشروط التي يجب توفرها حتى يتحرك البندول حركة توافقيه بسيطه:**

١) وجود قوه تعمل على إبعاد الجسم عن موقع الاتزان.

٢) أن تتوفر قوة استرجاع ترجع الجسم لموضع الاتزان وهى تزيد من سرعة الجسم وهو متحرك من وضع الاتزان وتنقص من سرعته عندما يتحرك بعيداً عنها.

٣) أنعدام قوة الاحتكاك.

* **اهميه البندول البسيط:**

١. ايجاد عجله الجاذبيه الارضيه. ٢. ايجاد طول الخيط المجهول. ٣. قياس ارتفاع المبانى.

* **معادلات البندول البسيط:**

١. **معادله الازاحه:** $س = ل \, جا \omega ن$ **حيث:**

س = ازاحه البندول . ل = طول الخيط . ω = **التردد الزاوى.**

٢. **معادله العجله:** $جـ = - س \times \frac{د}{ل}$

د = عجله الجاذبيه ل = طول الخيط س = الازاحه الافقيه.

* **التردد الزاوي للبندول:**

$$\omega^{٢} = \frac{د}{ل} = \omega = \sqrt{\frac{د}{ل}} \quad \text{راديان / ث}$$

حيث: ل= طول الخيط . د= عجلة الجاذبيه الارضية

* **التردد و الزمن الدوري:**

$$ذ = \frac{١}{٢\pi} \sqrt{\frac{د}{ل}} \text{ هيرتز}$$

$$ز = ٢\pi \sqrt{\frac{ل}{د}} \text{ ثانية}$$

* **علاقه تربط بين عجلة الجاذبيه الارضيه والتردد والزمن الدورى:**

$$د = ٤ \pi^{٢} ل ذ^{٢}$$

$$د = ٤ \pi^{٢} ل / ز^{٢}$$

* **ملحوظه:** اذا كان هناك اكثر من بندول بسيط فسيكون لهما نفس عجلة الجاذبيه الارضيه.

علاقه تربط بين طول الخيط والتردد والزمن الدورى:

$$ل = د / ٤ \pi^{٢} ذ^{٢}$$

$$ل = د \times ز^{٢} / ٤ \pi^{٢}$$

* **خطوات لعملية لحساب عجلة الجاذبيه الارضيه باستخدام البندول البسيط:**

١. قياس طول الخيط.

٢. تحريك البندول بزاويه صغيره وحساب الزمن الدورى عن طريق ساعة الايقاف.

٣. التعويض فى القانون اعلاه.

*** مهم : لايجاد زاويه التذبذب هـ = طول القوس ÷ طول الخيط**

أمثلة

١. بندول طوله ٠.١ م أحسب زمنه الدوري وتردده الزاوي علماً بأن عجلة الجاذبية تساوي ١٠ م/ث^{٢}

.....

.....

.....

.....

.....

٢. بندول بسيط طوله ١٤,٤ سنتمتر وعجلة جاذبيته ١٠ متر/ث^{٢} . أحسب:

١- تردده الزاوي ٢- تردده ٣- زمنه الدوري

.....

.....

.....

٣. أوجد طول بندول زمنه الدوري ٤ ثواني وعجلة جاذبيته ١٠ م/ث (خذ $\pi^{٢}$ = ١٠)

.....

.....

٤. لقياس عجلة السقوط الحر استخدم بندول طوله ١ سم ووجد أن متوسط زمنه الدوري ٢ ثانية ، أحسب عجلة السقوط الحر: (خذ $\pi^{٢}$ = ١٠).

.....

.....

.....

٥. تخيل أنك على سطح كوكب وأردت قياس وزنك فاستخدمت لذلك بندول طوله ٤ متر وحركته بمعدل ١٢٠ ذبذبة كل ٨ دقائق، ما مقدار وزنك معتبراً كتلتك ٦٠ كجم (خذ $\pi^{٢}$ = ١٠).

.....

.....

.....

.....

.....

٦. بندول بسيط تردده ٠,٤ هيرتز وطوله ٠,٥ متر. كم يجب أن يصبح طوله ليكون تردده ٠,٨ هيرتز؟

.....

.....

.....

.....

٧. بندول بسيط طوله ٠,٤ متر يتحرك حركة توافقية بسيطة في مجال تثاقلي عجلته ١٠م/ث^{٢} باتساع قدره ٢سم . أحسب:

أ- التردد ب- التردد جـ- الزمن الدوري د- أقصى سرعة للبندول

هـ- طول الذبذبة الكاملة و- زاوية الذبذبة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

٨. برهن أن السرعة في الحركة التوافقية البسيطة تعطى من العلاقة الآتية:

ع = ± ω $\sqrt{\text{أ}^{٢} - \text{ص}^{٢}}$

.....

.....

.....

.....

٩. بندول طوله ٠.٠٠١ م وعجلة الجاذبية ١٠ م/ث^{٢}، أحسب :

١-التردد الزاوي ٢- التردد ٣- الزمن الدوري

.....

.....

.....

.....

١٠.أجريت تجربة عملية لتعيين عجلةالجاذبية الأرضية في مكان ما باستخدام بندول بسيط طوله ١٠ أمتار ، فإذا كان البندول يعمل ٢١٠ اهتزازه كاملة خلال ٢٢ دقيقة، أحسب قيمة عجلة الجاذبية الأرضية في ذلك المكان (اعتبر $\pi = \frac{٢٢}{٧}$)

.....

.....

.....

.....

.....

١١. أحسب الزمن الدوري لبندول طوله يساوي ربع عجلة الجاذبية:

.....

.....

.....

.....

.....

١٢. جسم يتحرك بحركة توافقية بسيطة إذا كان الاتساع ٠,٠٢ م والتردد ٢٠ هيرتز، أوجد:

أ- معادلة حركة الجسم ب. السرعة جـ. العجلة بعد مرور ٤ ثواني

.....

.....

.....

.....

١٣. بندول بسيط طول خيطه ٤٠ سم وكتله كرته ٤٠٠ حم يهتز في مكان عجله الجاذبيه الارضيه ١٠ م /ث^{٢} ازيحت كره البندول بزاويه ٣٠ درجه جد:

الازاحه الافقيه. ب. عجله حركة البندول جـ. الشد فى الخيط د.اكبر قيمه للوزن

.....

.....

.....

.....

.....

.....

١٤. بندول بسيط طوله ٨٠ سم اذا كانت عجله جاذبيته ٩,٨ م/ث^{٢} :جد:

ا.التردد الزاوى ب. الزمن الدورى للبندول جـ. تردد البندول.

.....

.....

.....

١٥. **إذا كان الاتساع ٠,٨ متر والتردد الزاوي ٥ راديان/ث فإن معادلة الحركة التوافقية البسيطة هي :**

.....

.....

.....

.....

.....

نماذج لامتحانات الشهاده

*** اكمل الأتـــــى:**

١١. ..... هى الحركة التى تتناسب فيها العجلة طرديا مع سالب الازاحة.

١٢. اقصى ازاحة للجسم عند الزاوية.....

١٣. اقصى عجلة للجسم عند الزاوية.....

١٤. اقل سرعة للجسم المهتز عند الزواية.....

١٥. التردد الزاوى فى البندول البسيط يتناسب طرديا مع ..... وعكسيا مع .....

١٦. عند اقصى ازاحة ص =

.....

١٧. أقصى سرعة عند موضع الاتزان و بالتالي أقصى طاقة.....

١٨. تنعدم العجلة عند موضع الاتزان و بالتالي تنعدم.....

١٩. التردد الزاوى للبندول البسيط يتناسب طرديا مع ..... وعكسيا مع .....

*** اذكـــــــر الاتى:**

٤. مثالين لحركة توافقية بسيطة افقية: .....

٥. يتكون البندول البسيط في أبسط صورة من: .....

٦. هناك قوتان تؤثر على جسم البندول هي: .....

٧. اذكر طريقه واحده لزيادة التردد الزاوى للبندول البسيط: .....

٨. الشروط التي يجب توافرها حتى يتحرك الجسم حركة اهتزازية:

.....

.....

٩. القوة فى الحركة التوافقية البسيطة تظهر فى شكل:.....

١٠.طريقة عملية واحدة لعمل زيادة التردد الزاوى للبندول البيسط:.....

١١.لديك بندول بسيط وساعة ايقاف, وضح خطوات تجربه لايجاد عجلة الجاذبيه على سطح الارض:

أ. .....

ب. .....

ت. .....

حل المسائل التالية

١. يتحرك جسم في حركة توافقية بسيطة وفق المعادلة: ص = ٤٠ جا ٨٠π ن متر, جد:

١) اتساعه (أ) ٢) تردده (ذ) ٣) تردده الزاوي (ω) ٤) زمنه الدوري (ز)

.....

.....

.....

.....

٢. يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة باتساع قدره $\sqrt{٢}$ متر وتردده $\frac{١}{\pi}$ هيرتز :

١/ اكتب معادل حركته ٢/ أحسب الازاحة بعد ٢ ثانية ٣/ السرعة والعجلة بعد ثانيتين من بداية حركته

.....

.....

.....

.....

٣. يتحرك جسم في حركة توافقية باتساع قدره ١ متر وتردد مقداره ٢ هيرتز. جد معادلة الحركة التوافقية للجسم وجد كذلك سرعته وعجلته بعد ٨ ثواني من بداية الحركة.

.....

.....

.....

.....

.....

٤. بندول طوله ١ملم أحسب زمنه الدوري وتردده الزاوي علماً بأن عجلة الجاذبية تساوي ١٠م/ث^{٢}

.....

.....

.....

٥. حركه توافقيه بسيطه ترددها ٤ هيرتز ورحلة الذهاب والاياب من نقطة الاتزان مرتين تعادل ٤٠ سم.

جد:

١. التردد الزاوى

.....

.....

٢. معادلة سرعة الجسم

.....

.....

٦. المعادله (جـ = – ١٦ س) لبندول بسيط متحرك, حيث:

جـ = عجلة حركة البندول , س= تمثل الازاحة الافقية , من المعادلة اوجد:

أ. التردد الزاوى للحركه: .....

ب. تردد البندول البسيط: .....

٧. يتحرك جسم حركة توافقية بسيطة بتردد مقداره ٢ هيرتز واتساع يعادل ١٠ متر. جد:

٤–التردد الزاوي ٢– موضع الجسم بعد ثانيتين ونصف من بداية الحركة

٤–الزمن اللازم لإكمال ذبذبتين كاملتين.

.....

.....

.....

.....

٨. أوجد طول بندول زمنه الدوري ١ ثانيه وعجلة جاذبيته ١٠ م/ث (خذ $\pi^{٢}$ = ١٠) ؟

.....

.....

.....

.....

٩. تخيل أنك على سطح كوكب وأردت قياس وزنك فاستخدمت لذلك بندول طوله ١ متر وحركته بمعدل ٦٠ ذبذبة كل ٣٠ ثانية، ما مقدار وزنك معتبراً كتلتك ٩٠ كجم ($\pi^2 = ١٠$)؟

.....

.....

.....

.....

.....

١٠.بندول بسيط اقصى ازاحه له ٢ سم وعجلته القصوى ٠,٥ م/ث^2 اذا علمت ان عجله السقوط الحر ١٠ م/ث^2 احسب الاتى: ا.طول الخيط. ب. زاويه التذبذب جـ. الازاحه الزاويه (الزاويه المزاحه.)

.....

.....

.....

.....

١١.بندول بسيط طوله ٢ متر يتحرك حركة توافقية بسيطة وعجلة جاذبيته ١٠م/ث^2 باتساع قدره ٢ سم أحسب: أ- التردد الزاوى ب- التردد جـ أقصى سرعة للبندول د-طول الذبذبة الكاملة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

١٢. جسم يتحرك حركة توافقية بسيطة وفق المعادلة ص =$\sqrt{٢}$/ جا (ω ن) فإن مقدار الزاوية المزاحة (ω ن) = ... درجة =..... راديان.

١٣.كتلة مقدارها ٤٠ جرام تتحرك فى حركة توافقيه بسيطه وفق المعادله: ص = جا π ن. اوجد:

١. مقدار التردد: .....

٢. سرعة الجسم بعد ثانية: .....

٣. اقصى طاقه حركية للجسم: .....

٤. اقصى قوه تسبب العجله: .....

١٤. يهتز بندول زنبركي راسيا فوق سطح منضده فكان ادني موضع له علب بعد ٦ سم من سطح المنضده بينما اعلي موضع له علي بعد ٢٦ سم من سطح المنضده جد الاتي:

١. الاتساع بالسم. .....

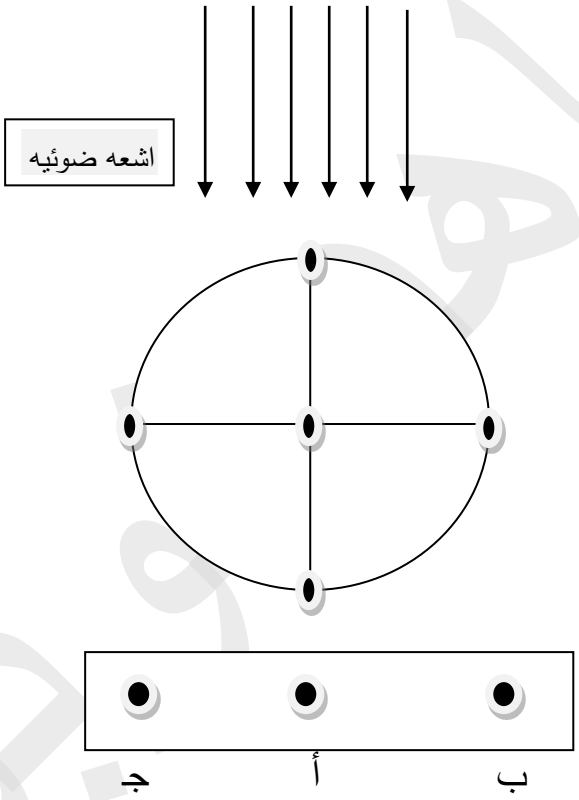
٢. طول ٣ ذبذبات له بالسم. .....

١٥. المستطيل فى الرسم يمثل ظل حركه جسم يتحرك حركه دائريه منتظمه نصف قطرها ٨ سم, فاذا كان الزمن المستغرق من النقطه أ الى ب يساوى ٥ ثوانى. اجب عن الاتى:

٣. ما نوع حركة ظل الجسم: .....

٤. احسب مقدار تردد حركة الظل: .....

٥. اكتب معادلة حركة سرعة الجسم:.....



التعليلات:

١. تتناسب العجله طرديا مع سالب الازاحه في الحركه التوافقيه. .....

٢. في تجربه البندول لا تؤثر الكتله في قيمه عجله الجاذبيه. .....

٣. عند ازاحه البندول بزاويه كبيره لا تكون حركه توافقيه بسيطه. .....

٤. لماذا يزاح البندول بزاويه صغيره. .....

الفصل الثالث
الموجـــات

(اليد التى تنهضك عند تعثرك أصدق من الف يد تصافحك عند الوصول)

*****

لا تيأس... فقد تكون محطة اليأس التى تتملكك الأن هى أخر محطة قبل النجاح

الموجات

هى ذبذبات او اهتزازات تسرى فى الاوساط المادية والفراغ.

* **تنقسم الحركات الموجية الى:**

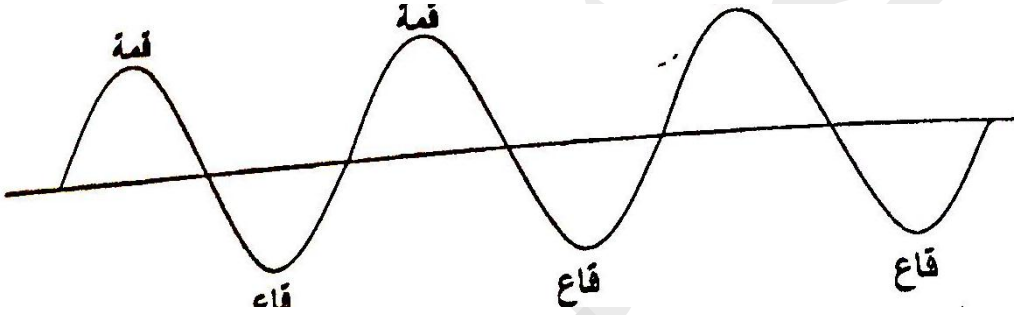
١. **حركة موجية تحتاج الى وسط مادى تنتشر فية,** مثل موجة: الماء – الزنبرك – الصوت.

٢. **حركة موجية لا تحتاج الى وسط مادى تنتشر فية.** مثل: الموجات الكهرومغطيسية.

* **طول الموجة**:هو المسافة التى تكمل خلالها الموجة اهتزازة او ذبذبة كاملة.

* **انواع الموجات**:

١. **الموجة المستعرضة**: وهى الموجة التى يكون إتجاه إهتزازها او تذبذبها عمودى على اتجاه انتشار الموجة.وتكون فى شكل قمم وقيعان. ومن امثلتها:١- موجات الماء ٢- الموجات الكهرومغنطيسية.

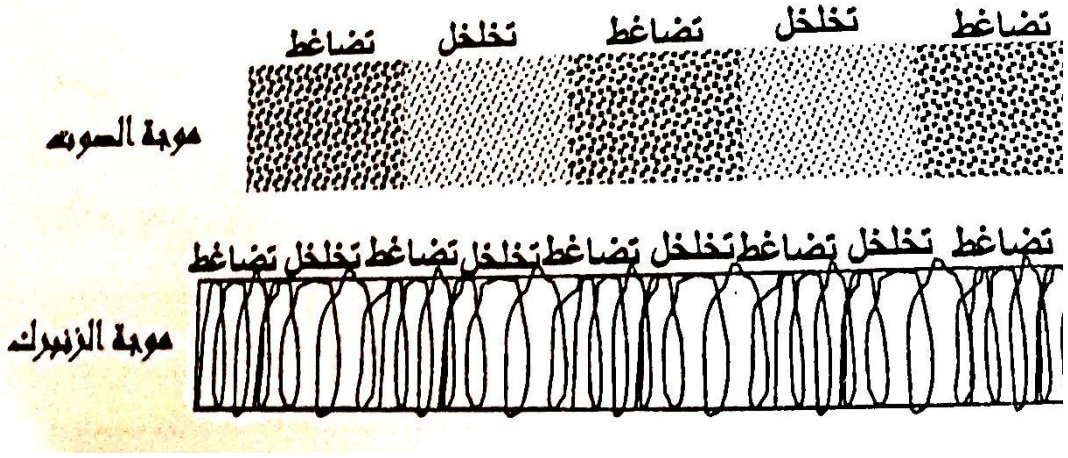


* **القمة:** وهى النهاية العظمى للازاحة فى الاتجاة الموجب.

* **القاع:** وهو النهاية العظمى للازاحة فى الاتجاة السالب.

* **الطول الموجى لموجة مستعرضة**: هو المسافة بين قمتين متتاليتين او قاعين متتاليين.

٢. **الموجات الطولية**: وهى الموجة التى يكون اتجاه اهتزازها فى نفس اتجاه انتشار الموجة. وتكون فى شكل تخلخلات وتضاغطات. ومن امثلتها: ١-موجات الصوت ٢- موجات الزنبرك.



* **التخلخل:** وهو تباعد جزيئات الوسط.

* **التضاغط:** وهو تقارب جزيئات الوسط.

* **الطول الموجى لموجة طولية**:هو المسافة بين مركزى تخلخلين متتاليين او تضاغطين متتاليين.

* **الطول الموجى = المسافة من نقطة البداية ÷ عدد الموجات**

$$\lambda = \frac{\text{س}}{\text{عد}}$$

– س : المسافه التى تحركتها الموجه.

– عد : هى عدد الاطوال الموجيه من نقطة البدايه حتى (س).

* **سرعة الموجة (ع):** هى المسافة التى تقطعها الموجة فى الثانية الواحدة.

$$\text{ع} = \lambda \times \text{ذ}$$

* **تردد الموجة (ذ):** هو عدد الاطوال الموجة فى الثانية.

$$\text{ذ} = \text{عد} \div \text{ن}$$

– عد : هى عدد الاطوال الموجه خلال الفتره الزمنيه (ن) فقط.

* **ملحوظة:** الفرق بين الموجة و الحركة التوافقية البسيطة ان الموجة تتحرك مسافة بمرور الزمن.

* **معادلة الموجة الساكنة:**

$$\text{ص} = \text{أ جا} \frac{2\pi}{\lambda}\text{س}$$

حيث:

ص= الازاحة الرأسية , س = الازاحة الافقية , أ = الاتساع.

λ = الطول الموجى.

* **معادلة الموجة المتحركة:**

$$\text{ص} = \text{أ جا} \frac{2\pi}{\lambda}(\text{س} - \text{ع} \times \text{ن})$$

حيث:

ع = سرعة الموجة , ن = الزمن , ف = ع×ن = المسافة التى تحركتها الموجة.

تمرين عام

* **عرف الاتى:**

١) الموجة: .....

٢) تردد الموجة: .....

٣) طول الموجة: .....

٤) التخلخل: .....

٥) القاع: .....

* **اكمل الاتى:**

١) اذا كانت **ص** = أ **جا** $\frac{2\pi}{\lambda}$ **س** تمثل معادلة موجة ساكنة اذا :

أ = ...س = ... ص = ... λ = ...

٢) تتكون الموجة الطولية من ..... و ..... بينما تتكون الموجات المستعرضة من ..... و .....

٣) الموجة المستعرضة تحتاج الى وسط ناقل مثل موجة .....

٤) (٢٠٢٢) قارن بين الموجه الطوليه والمستعرضه من حيث:

أ. البنيه:

.....

.....

ب. النوذج والمثال:

.....

.....

* **علل لما ياتى:**

١. لا تنتشر موجات الصوت فى الفراغ .....

حل المسائل التالية

١) موجة متحركة بسرعة ٦٠٠ م/ث فإذا كان عدد الاطوال الموجية التى تمر خلال ثانية واحدة ٢٠٠ طولا موجيا. جد الطول الموجى لهذة الموجة.

.....

.....

٢) (٢٠٢٢) حركه موجيه ترددها ٦٠٠ هيرتز وسرعتها ٢٠٠ متر/ث واتساعها ٤٠ سم. جد:

أ. طول الموجه:

.....

.....

ب. اكتب معادلة الموجه:

.....

.....

٣) موجة متحركة بسرعة ١٢ م/ث فإذا كان عدد الاطوال الموجية التى مرت خلال نص دقيقة ٩٠ طولا موجيا. أحسب: أ- تردد الموجة ب- الطول الموجى.

.....

.....

٤) موجة متحركة إتساعها ٥ أمتار وطولها الموجى ٥٠ مترا فإذا كان عدد الاطوال التى مرت خلال ثانيتين ٨٠ طولا موجيا. اكتب معادلة حركة الموجة.

.....

.....

.....

٥) موجة متحركة معادلتها فى الصورة **ص = ٩ جا $\frac{\pi}{30}$ (س – ١٨٠ ن)** أوجد :

ا. الاتساع: ..... ب. الطول الموجى: .....

ج. سرعتها: ..... د. ترددها: .....

٦) **ص = جا $\frac{\pi}{4}$ (٢ س – ٢٠٠ ن)** أوجد:

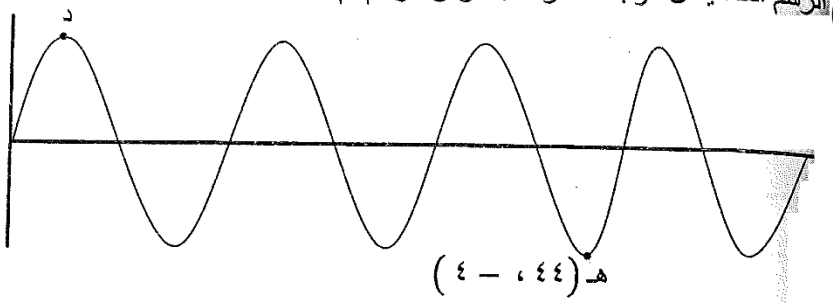
ا. الاتساع: ..... ب. الطول الموجى: .....

ج. سرعتها: .....

٧) موجة معادلتها **٤ص = ٨ جا $\frac{\pi 5}{150}$ (س – ٣٠٠ ن)** ,أوجد:

ا. الاتساع: ..... ب. الطول الموجى: .....

٨) الرسم أدناه يمثل موجة متحركة . أدرس الرسم ثم أجب عن الأسئلة الواردة أدناه :

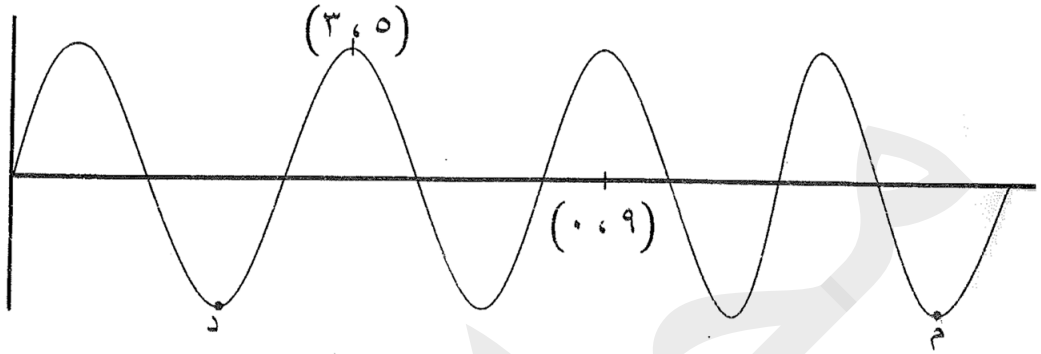


إذا كان الزمن الذي تستغرقه الموجة من د إلى هـ $\frac{٥}{١٢}$ ثانية .

أ ـ احسب : ١ ـ تردد الموجة ٢ ـ الطـول الموجي ٣ ـ سرعـة الموجة

ب ـ أكتب معادلة الموجة .

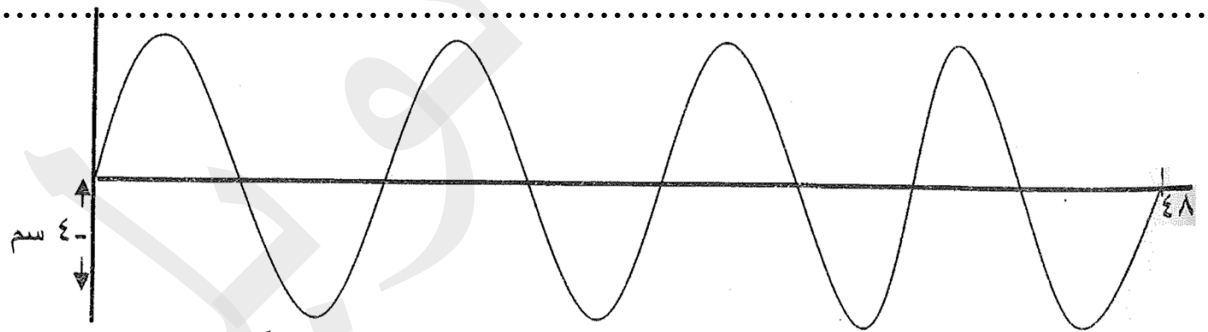
(٩



إذا كان الزمن الذي تستغرقه الموجة للإنتقال من النقطة (د) الى النقطة (م) = ٠,٥ ثانية .

أ- جد : ١- إتساع الموجة ٢- تردد الموجة ٣- الطول الموجي ٤- سـرعة الموجة

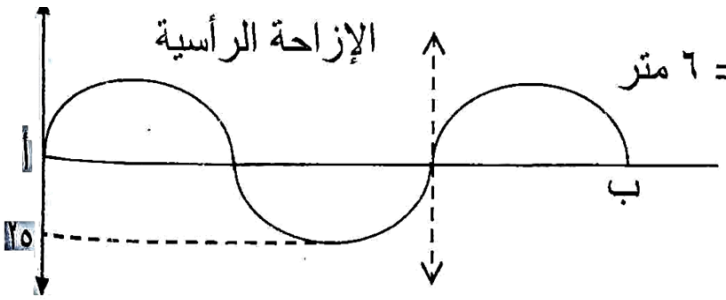
(١٠



إذا كان عدد الأطوال الموجية التي تمر خلال ٤ ثواني = ٦٠ طولاً موجياً .

أكتب معادلة حركة هذه الموجة .

١٠)



ـ في الرسم الموضح اذا كان : المسافة أ ب = ٦ متر

ـ الزمن المستغرق من أ الى ب = ٣ ثواني

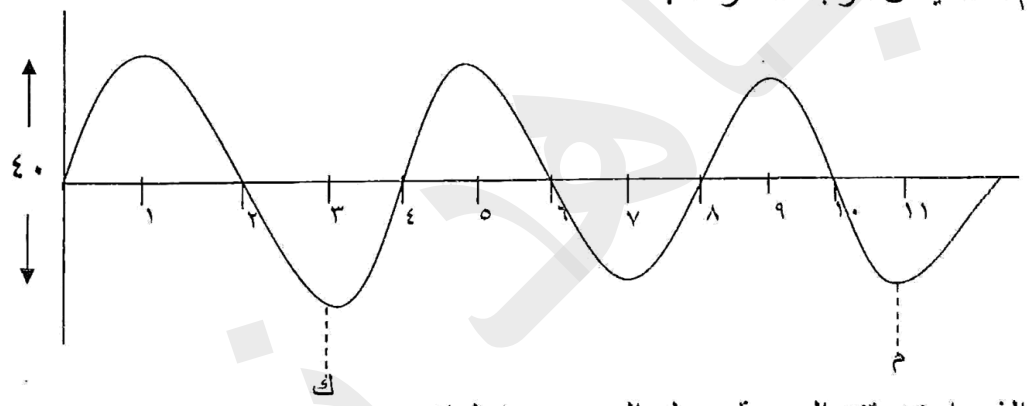
ـ الازاحة الراسية = ٢٥ سم

(i) أوجد طول الموجة . .....

(ii) أوجد تردد الموجة .....

(iii) أكتب معادلة الموجة . .....

١١) الرسم ادناه يمثل موجة متحركة :



إذا الزمن الذي استغرقته الموجة من ك الى م = ٨ ثواني .

أوجد :

أ ـ الاتساع ب ـ الزمن الدوري جـ ـ التردد

د. الطول الموجي هـ ـ السرعة و ـ أكتب معادلة الموجة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

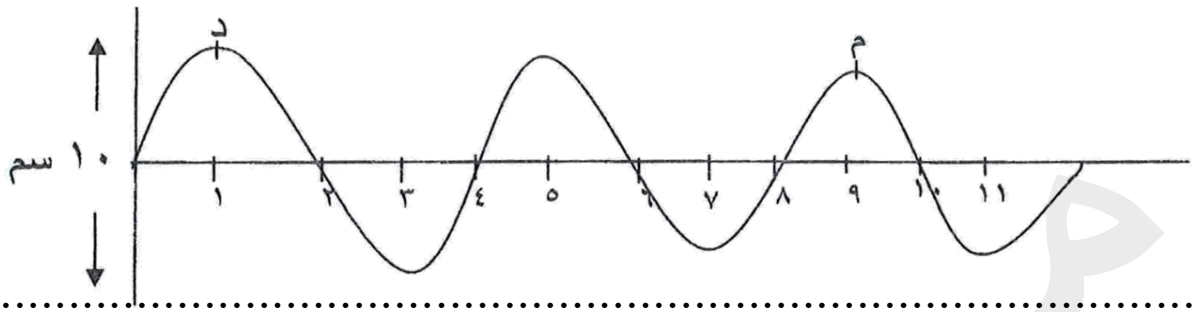
.....

.....

١١)

الرسم أدناه يمثل موجة متحركة ، فإذا قطعت هذه الموجة المسافة د م خلال ٤ ثواني . أوجد :

أ ـ تردد الموجة ب ـ الطول الموجي جـ ـ سرعة الموجة . د ـ معادلة الموجة



.....

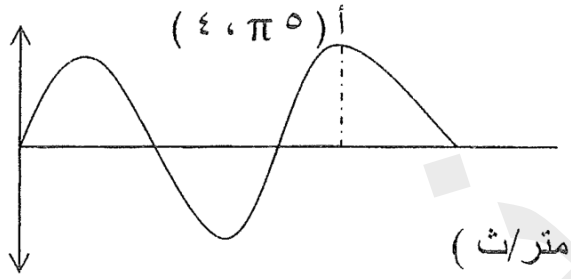
.....

.....

.....

١٢ ـ الرسم يمثل حركة موجية بتردد ٥×١٠^{٨} هيرتز

(إعتبر أبعاد النقطة أ(٥ π ، ٤) بالأمتار



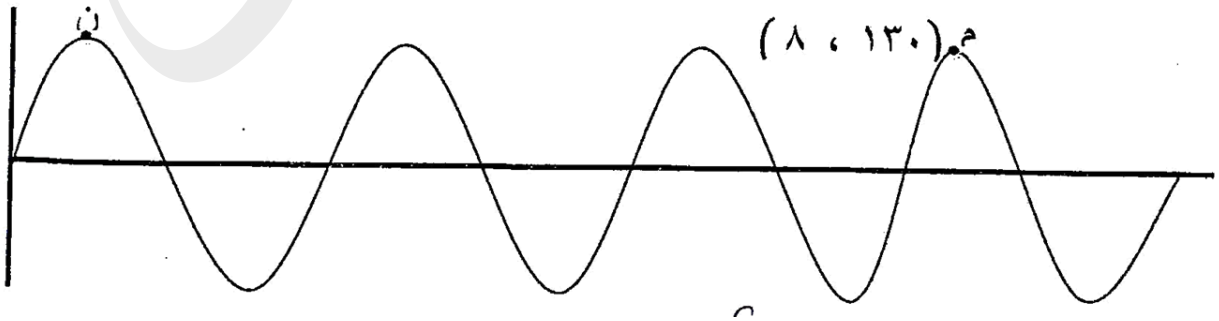
أوجد : ١ـ الطول الموجي .....(٤ π متر)

٢ـ سرعة الموجة ..... (٢ π × $١٠^{٩}$ متر/ث)

٣ـ أكتب معادلة الموجة .....

١٣)

الرسم أدناه يمثل موجة متحركة ، فإذا كان الزمن الذي تستغرقه للإنتقال من النقطة ن الى النقطة م ٣٠ ثانية . أكتب معادلة الموجة .



.....

.....

.....

.....

.....

.....

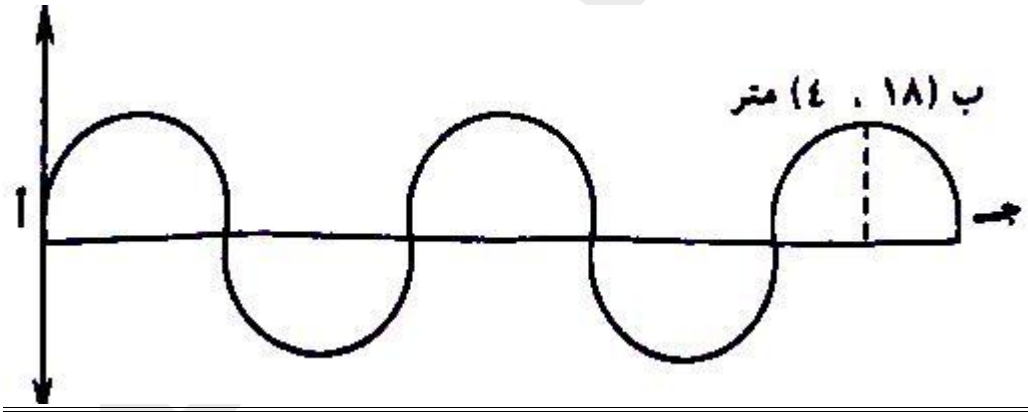
.....

.....

.....

.....

١٤) (٢٠٢٢)الرسم يوضح موجه متحركه من النقطه (ا) الى النقطه (جـ) خلال ٥ ثوانى, اذا كانت المسافه ا جـ تعادل ٢٠ متر. جد:



أ. تردد الموجه: .....

ب.طول الموجه: .....

ت.اتساع الموجه: .....

ث.سرعة الموجه: .....

ج. عدد الذبذبات فى ٢٠ ثانيه: .....

التعليلات:

١. الموجات الكهرومغنطيسيه لا تحتاج الى وسط تنتقل فيه.....

٢. تستخدم الموجات فوق السمعيه في تعقيم مياه الشرب.....

٣. تعتبر موجات الصوت موجات طوليه. .....