# الحركة الدائرية المنتظمة

**هدف التجربة**: دراسة القوة المركزية، ومعرفة العوامل المؤثرة فيها.

**أدوات التجربة:** جهاز للحركة الدائرية (Centripetal Force Apparatus) مقياس القوة (Force Sensor), اثقال, مقاوم متغير .

**مقدمة**: الحركة الدائرية المنتظمة تظهر في كل المجالات في الفيزياء. حتى يتحرك جسم حركة دائرية منتظمة، يستلزم ذلك التأثير عليه بقوة (والا سيستمر الجسم بالتحرك في خط مستقيم بحسب قانون نيوتن الأول)، اتجاه القوة المؤثرة على الجسم التي تحركه بحركة دائرية تكون دائما متعامدة مع اتجاه سرعة الجسم، لاتجاه مركز الدائرة. وبحسب قانون نيوتن الثاني يكون التسارع أيضا بنفس اتجاه الحركة أي نحو مركز الدائرة. هذه القوة تُدعى القوة المركزية.

بتطبيق قانون نيوتن الثاني تحت تأثير القوة المركزية، نحصل على المعادلة التالية:

$$F = m \cdot \omega^2 r$$

F القوة المركزية  m الكتلة  ω السرعة الزاويّة  r نصف قطر المسار.

**تعليمات لكل أقسام التجربة:**

- الخيط الموصول لمقياس القوة يجب أن يكون معامداً لمستوى السطح الموجودة فيه الأثقال.
- قبل كل قياس، يجب التأكد من أن الخيط يمر من البكرة.
- قبل كل قياس، قم بتصفير مقياس القوة بالضغط على الزر zero.
- عندما نريد تحديد نصف قطر المسار الدائري، يجب أن نثبّت الثقل بنصف القطر المناسب، ونقوم بسحب الخيط عن طريق تغيير ارتفاع مقياس القوة. نقوم بقياس نصف قطر المسار من مكان البرغي في منتصف الثقل.
- دائماً كتلة الاثقال) الموصول بالخيط والغير موصول)يجب ان تكون متساوية على جانبي المسار .

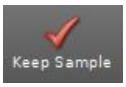
**مهم جدا**: عند تغيير الاثقال يجب ان نكون حذرين كي لا نفقد أي قطعة من النظام. طريقة تغيير الاثقال :

- الثقل الموصول الى الخيط - يجب فصل البرغي العلوي وتغيير الثقل، ومن ثم إعادة البرغي (لا داعي لتحريك أي جزء اخر اسفل الثقل)
- بالثقل غير الموصول بالخيط – يجب تثبيت القضيب أسفل المسار اثناء تبديل الثقل حتى لا يسقط، ومن ثم تغيير الثقل .

ملاحظة: كتلة القاعدة التي تعلق عليها الاثقال هي 4 غم.

## חלק א': תלות הכוח במהירות הזוויתית.

1. ثبت طول نصف القطر ل 70 mm.
2. ثبّت المقاومة المتغيّرة في مكان ثابت بالقرب من المنتصف.
3. ثبّت مزّود الجهد على 3 Volt, خلال التجربة ارفع الجهد كحد اقصى الى 10 Volt وليس أكثر.
4. أضف ثقل كتلته 20 غم على القاعدة.
5. صفر مقياس القوة.
6. اضغط على" Preview"

.
7. شغل مزود الجهد.
8. من اجل الحصول على القياس اضغط على "Keep Sample" 

. قم بأخذ 3 قياسات لكل قيمة لمزود الجهد (بين 3 ل-10 فولت). في كل مرة نغير بها الجهد، انتظر على الأقل 3 ثواني قبل الضغط على "Keep Sample "حتى يثبت النظام.

يظهر على الشاشة منحنيين وجدول:

(I) منحنى القوة كاقتران للسرعة الزاوية

(II) القوة كاقتران لمربع السرعة الزاويّة.

(III) جدول القوة مقابل السرعة الزاويّة.

9. بنهاية القياس اضغط على "Stop"

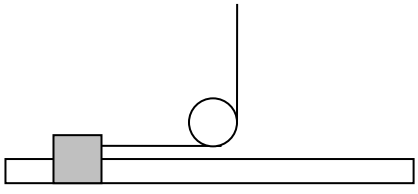
.

**<u>ملاحظة:</u>** اذا كان هنالك حاجة لتكبير از تصغير المقاييس في المحور الافقي, ضع الفارة عليه (الفارة سيصبح شكلها ⟷) واسحبوا نحو الأعلى / الأسفل .

10. ما هي العلاقة التي حصلت عليها من منحنى القوة والسرعة الزاويّة ?والعلاقة من منحنى القوة ومربع لسرعة الزاويّة؟

---

11. ارسم مخطط للقوى المؤثرة على العربة بالاتجاه السيني (x) والصادي(y) للرسم الآتي:



12. ما هي القوى الي يسجلها مقياس القوة? _ _ _ _ _ _ _ _ _

13. أي قوى ستتغير عندما نقوم بزيادة السرعة الزاويّة؟

14. لإيجاد ميل المنحنى، اضغط على "Data Highlighter" وحدد المقطع المرغوب (بواسطة المستطيل الظاهر, بالإمكان تحريكه وتغيير مساحته حسب المقطع المطلوب)

15. اضغط على "Curve Fit Tool" واختر linear للحصول على معادلة خط مستقيم للمقطع الذي قمت باختياره.

16. ما هو ميل المنحنى؟ ----------

17. احسب الخطأ النسبي لميل المنحنى ----------

## القسم الثاني: عالقة قوة الشد في الخيط بكتلة العربة.

1. في القسم العلوي من الصفحة، انتقل للقسم "قسم ب+ج".
2. قم بمحي المعطيات السابقة عن طريق الضغط على الزر Delete

.
3. ثبت مزود الجهد ل-Volt 7.
4. ثبت نص قطر الدوران ل 70 mm.
5. ابدأ من كتلة مقدارها 5غم (تذكر إضافة ثقل إضافي على الجاب الاخر من اجل الحفاظ على التوازن). أضف أيضا كتلة البرغي $m_{\text{برغي}} = 4_g$ .
6. في كل قراءة ثبت المقاوم المتغير بحيث تكون السرعة الزاويّة قريبة قدر الإمكان ل 40 rad/s.
7. للقيام بقراءة القباس، اضغط على " Preview"

. ومن ثم شغل مزود الجهد .

قم بقراءة 5 قياسات على الكتلة عن طريق الضغط على زر "Keep Sample"


, وبالنهاية اضغط على "Stop"

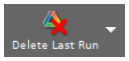
لإيقاف القراءات.

8. في الشريط الاعلى، اضغط على "display statistics…" , بواسطة السهم الذي بجانبه اظهر المعدل (mean) في الرسم واكتبوه في الجدول التالي:

**<u>ملاحظة:</u>** إذا كان هناك نقاط خارج غير عادية او تظهر خارج المجال لا تحسبها في المعدل.

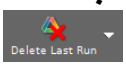
Table: **force vs. mass**

| $F_{avg}$ متوسط (معدل) القوة ( N ) | m كتلة (Kg) |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

9. بين كل قراءة، اضغط على Delete 

وصفر مقياس القوة.
10. قم بقراءات أخرى لكتل مختلفة. في كل قراءة اضف 5 غم, حتى 35 غم, وتذكر للحفاظ على القطع جيداً عند التغيير في الكتل. تذكر تغيير الاثقال من الطرفين في كل قراءة. عد على بند 6-9 واملأ كل الجدول.
11. قم برسم منحنى ب -Excel للجدول الذي ملأته.
12. من الدالة للمنحنى استنتج على ماذا يدل ميل المنحنى. هل هو ملائم للقيم للنظام التجريبي(القيم المعروفة)؟ _ _ _ _ _ _ _ _ احسب الخطأ النسبي للميل _ _ _ _ _ _ _ _ _ _
13. ما هي السرعة العرضية للعربة؟ ما هو مسار العربة إذا افلتناها من المدرج والخيط؟ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

## القسم الثالث: عالقة القوة بنصف قطر الدوران.

1. اضغط على Delete 

.
2. ثبت مزود الجهد ل -7 Volt.
3. ثبت كتلة الاثقال ل -20 غرام (تذكر كتلة القاعدة, وحافظ على التوازن من جانبي العربة).
4. في كل قراءة, ثبت قيمة المقاوم المتغير بحيث تكون السرعة الزاويّة قريبة قدر الإمكان ل- 40 rad/s.
5. ابدأ من نصف قطر 100 mm.

6. من اجل الحصول على قراءة, اضغط على "Preview" . Preview وبعد ذلك شغل مزود الجهد.

7. قم بأخذ 5 قياسات (للنصف القطر ) من خلال الضغط على زر "Keep Sample" Keep Sample ,
وبالنهاية اضغط على الزر "Stop" Stop لإيقاف القراءات.

8. في الشريط العلوي، اضغط على "display statistics…" Σ , ومن خلال السهم الذي بجانبه
اعرض المتوسط (mean) في الرسم واكتبه بالجدول :

**<u>ملاحظة:</u>** إذا كان هناك نقاط خارج غير عادية او تظهر خارج المجال لا تحسبها في المعدل.

Table: **force vs. Radius**

| R نصف قطر (m) | $F_{avg}$ متوسط القوة ( N ) |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

9. بين القراءات، اضغط على Delete Delete Last Run وصفر مجس القوة.

10. صغروا في كل قراءة نصف قطر الدوران ب 10 mm عن طريق تغيير ارتفاع مقياس القوة، حتى
50 mm . عد على البنود 6-9 واملأ كل الجدول.

**<u>ملاحظة:</u>** تذكر ان تغير نصف القطر للكتلة في الطرف الاخر في كل مرة نقوم بالتغيير.

11. قم برسم منحنى في Excel للجدول الذي ملأته.

12. من الدالة للقوة استنتج ماذا يمثل ميل المنحنى. هل يتطابق مع القيمة المعروفة؟ _ _ _ _ _ _ _ _
احسب نسبة الخطأ لميل المنحنى-------------------------