

الوحدة 02: تطور جملة ميكانيكية.

المستوى: السنة ثالثة ثانوي علوم تجريبية + تقني رياضي + رياضيات.	الأستاذ: طواهرية عبد العزيز.
المجال: التحولات الرتيبة.	المدة الاجمالية: 12 سا + 3 أ م.
الوحدة 02: تطور جملة ميكانيكية..	

مؤشرات الكفاءة:

- يفسر بواسطة القانون الثاني لنيوتن حركة الكواكب والأقمار الإصطناعية.
- يعرف مميزات دافعة أرخميدس.
- يفسر بواسطة معادلة تفاضلية حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء.
- يفسر حركة جسم خاضع لعدّة قوى بواسطة الطاقة أو القانون الثاني لنيوتن.

مراحل سير الوحدة:

1- مقارنة تاريخية لميكانيك نيوتن.

1.1- نبذة تاريخية.

2.1- بعض المفاهيم الأساسية.

3.1- قوانين نيوتن الثلاثة.

4.1- المراجع الغاليلية (العملية).

2- حركة الكواكب والأقمار الإصطناعية.

1.2- الحركة الدائرية المنتظمة للكواكب والأقمار الإصطناعية.

أ- شروط الحصول على حل حركة دائرية منتظمة.

ب- التسارع الناظمي ودور الحركة.

ج- تفسير الحركة.

2.2- قوانين كيبلر.

أ- القانون الأول (قانون المسارات).

ب- القانون الثاني (قانون المساحات).

ج- القانون الثالث (قانون الدور الفلكي).

3- حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء.

1.3- القوى الخارجية التي يخضع لها الجسم.

2.3- حركة السقوط الحقيقي لجسم في الهواء.

3.3- حركة السقوط الحر لجسم.

4- تطبيقات القانون الثاني لنيوتن.

1.4- دراسة الحركة على المستوي الأفقي.

2.4- دراسة الحركة على المستوي المائل.

الوسائل المستعملة:

جهاز الكمبيوتر المحمول.

جهاز العرض.

مختلف تجهيزات وأدوات المخبر.

المراجع:

المنهاج.

الوثيقة المرافقة.

الكتاب المدرسي.

وثائق من شبكة الأنترنت.

التقويم:

مجموعة تطبيقات تحقق مؤشرات الكفاءة.

ملاحظات:



أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
www.AC.TOUAHRIA.COM

المستوى: سنة الثالثة ثانوي علوم تجريبية. **الوحدة 02:** تطور جملة ميكانيكية. **الأستاذ:** طاهرية عبد العزيز.

البطاقة التربوية 01: مقارنة تاريخية لميكانيك نيوتن.

المستوى: السنة الثالثة ثانوي علوم تجريبية + تقني رياضي + رياضيات.	الأستاذ: طاهرية عبد العزيز.
المجال: التحولات الرتيبة.	المدة الاجمالية: 12 سا + 3 أ م.
الوحدة 02: تطور جملة ميكانيكية.	نوع النشاط: نظري.
الموضوع: مقارنة تاريخية لميكانيك نيوتن.	المدة: 3 سا.

مؤشرات الكفاءة:

- ✍ يحلل نصا تاريخيا متعلقا بمجال الميكانيك.
- ✍ يتعرف على القوانين الثلاثة لنيوتن.

مراحل سير الوحدة:

1- مقارنة تاريخية لميكانيك نيوتن.

1.1- نبذة تاريخية.

2.1- بعض المفاهيم الأساسية.

3.1- قوانين نيوتن الثلاثة.

4.1- المراجع الغاليلية (العملية).

الوسائل المستعملة:

✍ جهاز الكمبيوتر المحمول.

✍ جهاز العرض.

✍ مختلف تجهيزات وأدوات المخبر.

المراجع:

✍ المنهاج.

✍ الوثيقة المرافقة.

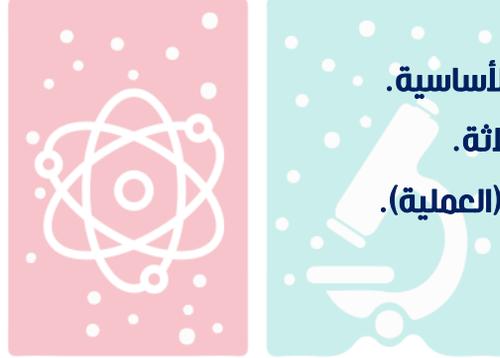
✍ الكتاب المدرسي.

✍ وثائق من شبكة الأنترنت.

التقويم:

- مجموعة تطبيقات تحقق مؤشرات الكفاءة.

ملاحظات:



أكاديمية طاهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.AKADIMIA.TOUAHRIA.COM

1- مقارنة تاريخية لميكانيك نيوتن.

1.1- نبذة تاريخية.

لفهم حركة الجملة الميكانيكية مرت قوانين الميكانيك بعدة مراحل أهمها:

أ- نظام أرسطو (322-384م): اعتمد في دراسة الحركات على الحواس كما اعتمد النظام المركزي الأرضي (الجيو مركزي).

ب- نظام بطليموس (140م): اقترح نظام حركة الأجرام مبنيا على فلك التدوير وحافظ على النظام المركزي الأرضي (الجيو مركزي).

د- نظام كوبرنيك (1473-1543م): وضع فرضية النظام المركزي الشمسي (الهيليو مركزي)، واعتبر حركة الكواكب دائرية.

ج- نظام كيبلر (1571-1630م): اعتمد على النظام الهيليومركزي واعتبر مسارات الكواكب اهليلجية وأن سرعتها غير ثابتة.

هـ- نظام غاليلي (1564-1642م): قام بتفنيد نظرية مركزية الأرض (النظام المركزي الأرضي) ووضع قانون العطالة وبدأت معه مرحلة جديدة في الميكانيك.

و- نظام نيوتن (1642-1727م): اعتمد على نظريات من سبقه وقام بصياغة قوانين نيوتن الثلاثة (الميكانيك الكلاسيكية).

2.1- بعض المفاهيم الأساسية:

الحركة: من أجل دراسة أي حركة يجب إسنادها الى معلم (منسوب الى مرجع) عطالي.

المرجع العطالي: هو مرجع ساكن أو يتحرك حركة مستقيمة منتظمة.

مميزات الحركة:

شعاع الموضع \vec{r} : شعاع الموضع يجمع بين مبدأ الاحداثيات وموضع مركز عطالة الجسم.

$$\vec{r} = \vec{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

طويلة شعاع الموضع: $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$

شعاع السرعة: هو مشتق شعاع الموضع \vec{r} بالنسبة للزمن.

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k}$$

$$\vec{v} = v_x\vec{i} + v_y\vec{j} + v_z\vec{k}$$

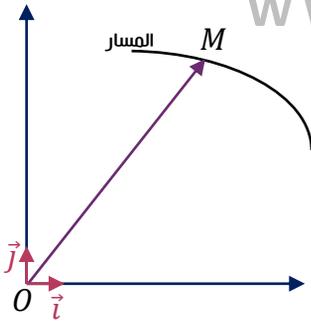
طويلة شعاع السرعة: $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$

شعاع التسارع اللحظي: هو مشتق شعاع السرعة \vec{v} بالنسبة للزمن.

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{dv_x}{dt}\vec{i} + \frac{dv_y}{dt}\vec{j} + \frac{dv_z}{dt}\vec{k}$$

$$\vec{a} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k}$$

طويلة شعاع التسارع اللحظي: $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$



3.1- قوانين نيوتن الثلاثة:

القانون الأول (مبدأ العطالة):

في المراجع العطالية (الغاليلية) يحافظ الجسم على سكونه أو حركته المستقيمة المنتظمة ما لم تدخل عليه قوة خارجية تغير من حالته الحركية.

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$$

القانون الثاني:

في مرجع غاليلي المجموع الشعاعي للقوى الخارجية المؤثرة على جملة مادية يساوي جداء كتلتها في تسارع مركز عطالتها.

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$$

القانون الثالث (مبدأ الفعلين المتبادلين):

إذا أثرت جملة A على جملة B بقوة $\vec{F}_{A/B}$ فإن الجملة B تؤثر على الجملة A بقوة $\vec{F}_{B/A}$ تساويها في الشدة وتعاكسها في الإتجاه ولهما نفس الحامل.

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$

4.1- المراجع الغاليلية (العملية).

أ - المرجع الهيليومركزي "معلم كوبرنيك":

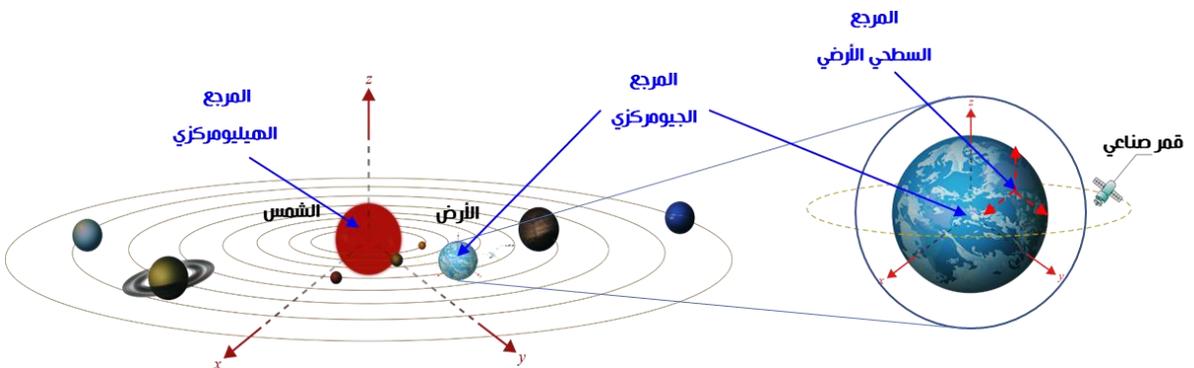
يتكون من المجموعة الشمسية وثلاثة نجوم ثابتة بالنسبة للمجموعة الشمسية، حيث مبدأ معلمه مركز الشمس ومحاوره موجهة نحو النجوم الثلاثة الثابتة ويعتبر أفضل المراجع الغاليلية. يعتمد في دراسة حركة الكواكب، المذنبات وبعض المراكب الفضائية.

ب - المرجع الجيومركزي "المرجع المركزي الأرضي":

يتكون من الأرض وثلاثة نجوم ثابتة في معلم كوبرنيك، حيث مبدأ معلمه مركز الأرض ومحاوره الثلاثة موجهة نحو النجوم الثلاثة الثابتة أي موازية لمحاور المعلم الشمسي. يُستعمل في دراسة حركة القمر والأقمار الاصطناعية التي تدور حول الأرض.

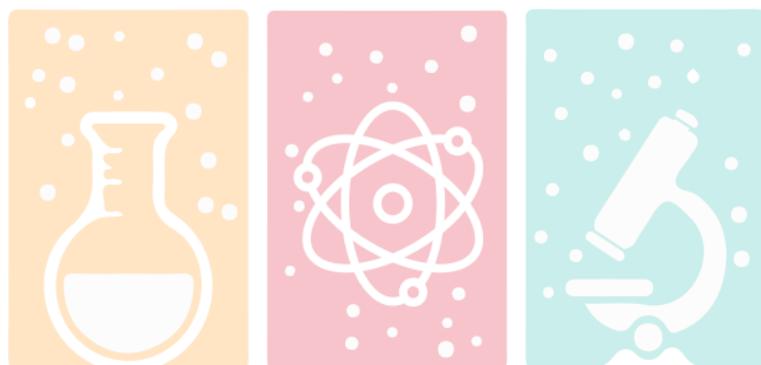
ج- المرجع السطحي الأرضي:

يتكون من الأرض، حيث مبدأ معلمه نقطة من الأرض ومحاوره الثلاثة مرتبطة بالأرض وهو يدور مع الأرض بالمعلم السطحي الأرضي.



4.1- بعض الحركات الأساسية وخصائصها:

الحركة	شعاع السرعة \vec{v}	شعاع التسارع \vec{a}
الحركة المستقيمة المنتظمة	مع جهة الحركة ومنحاه منطبق على المسار والطويلة ثابتة	حسب مبدأ العطالة يكون معدوما.
الحركة المستقيمة المتسارعة بانتظام	مع جهة الحركة ومنحاه منطبق على المسار وتترايد طويلته بانتظام	مع جهة الحركة ومنحاه منطبق على المسار وطويلته ثابتة
الحركة المستقيمة المتباطئة بانتظام	عكس جهة الحركة ومنحاه منطبق على المسار وتتناقص طويلته بانتظام	عكس جهة الحركة ومنحاه منطبق على المسار وطويلته ثابتة
الحركة الدائرية المنتظمة	مع جهة الحركة ومنحاه مماسي للمسار في كل لحظة وطويلته ثابتة	متجه نحو مركز المسار وطويلته ثابتة



أكاديمية طواهرية

للعلوم الفيزيائية

WWW.AC.TOUAHRIA.COM

المستوى: سنة ثالثة ثانوي علوم تجريبية. **الوحدة 02:** تطور جملة ميكانيكية. **الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز.

البطاقة التربوية 02: دراسة حركة الكواكب والأقمار الإصطناعية.

المستوى: السنة ثالثة ثانوي علوم تجريبية + تقني رياضي + رياضيات. **الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز.
المجال: التحولات الرتيبة.
الوحدة 02: تطور جملة ميكانيكية.
الموضوع: دراسة حركة الكواكب والأقمار الإصطناعية.
مؤشرات الكفاءة:

يفسر بواسطة القانون الثاني لنيوتن حركة الكواكب والأقمار الإصطناعية.

مراحل سير الدرس:

2- حركة الكواكب والأقمار الإصطناعية.

1.2- الحركة الدائرية المنتظمة للكواكب والأقمار الإصطناعية.

أ- شروط الحصول على حركة دائرية منتظمة.

ب- التسارع الناظمي ودور الحركة.

ج- تفسير الحركة.

2.2- قوانين كيبلر.

أ- القانون الأول (قانون المسارات).

ب- القانون الثاني (قانون المساحات).

ج- القانون الثالث (قانون الدور الفلكي).

الوسائل المستعملة:

جهاز الكمبيوتر المحمول.

جهاز العرض.

مختلف تجهيزات وأدوات المخبر.

المراجع:

المنهاج.

الوثيقة المرافقة.

الكتاب المدرسي.

وثائق من شبكة الأنترنت.

التقويم:

- مجموعة تطبيقات تحقق مؤشرات الكفاءة.

ملاحظات:

WWW.C.TOUAHRIA.COM

2- حركة الكواكب والأقمار الاصطناعية.

1.2- الحركة الدائرية المنتظمة للكواكب والأقمار الاصطناعية.

أ- شروط الحصول على حركة دائرية منتظمة:

1- السرعة الابتدائية غير معدومة ($v_0 \neq 0$).

2- خاضعة لقوة مركزية (قوة عمودية على شعاع السرعة).

ب- التسارع الناظمي ودور الحركة:

- تعطى عبارة التسارع الناظمي a_n كما يلي: $a_n = \frac{v^2}{r}$.

- دور الحركة الدائرية المنتظمة يرمز له بالرمز T وحدته الثانية (s) وهو المدة اللازمة لإنجاز دورة واحدة أي قطع مسافة ($2\pi r$) حيث: $T = \frac{2\pi r}{v}$.

ج- دراسة الحركة:

نختار معلما بحيث يكون أحد محاوره ناظمياً كما في الشكل:

بتطبيق القانون الثاني لنيوتن $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$

$$\vec{F} = m\vec{a}_n$$

$$F = ma_n$$

بتعويض عبارة التسارع الناظمي: $a_n = \frac{v^2}{r}$:

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

بتعويض عبارة قانون الجذب العام: $F = G \cdot \frac{m \cdot M_s}{r^2}$

$$G \frac{m \cdot M}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow G \frac{M}{r^2} = \frac{v^2}{r} \Rightarrow v^2 = G \cdot \frac{M}{r}$$

ومنه عبارة السرعة المدارية: $v = \sqrt{G \cdot \frac{M}{r}}$

من عبارة الدور: $T = \frac{2\pi r}{v}$ وبتعويض عبارة السرعة: $T = \frac{2\pi r}{\sqrt{G \cdot \frac{M}{r}}}$

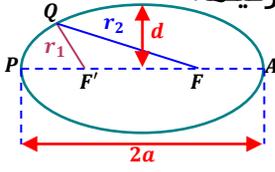
بتربيع الطرفين نجد أن: $T^2 = \frac{4\pi^2}{G \cdot M} r^3$ (القانون الثالث لكيبلر).

ملاحظات	الدور	السرعة المدارية	الحالة
M_S : كتلة الشمس. M_T : كتلة الأرض. R_T : نصف قطر الأرض.	$T^2 = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_S} r^3$	$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_S}{r}}$	كوكب يدور حول الشمس (S)
h : بعد القمر عن سطح الأرض. r : البعد بين الكوكب ومركز الشمس.	$T^2 = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_T} r^3$ $= \frac{4\pi^2}{G \cdot M_T} (R_T + h)^3$	$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}}$	قمر يدور حول الأرض (T)

2.2- قوانين كبلر.

أ- القانون الأول (قانون المسارات).

الكواكب تتحرك وفق مدارات إهليلجية (شكل بيضوي) تمثل الشمس أحد محرقها. الإهليلج: هو منحنى مغلق يكون فيه مجموع المسافتين من نقطة منه الى المحرقين (F', F) ثابتا.

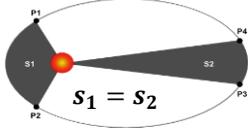


المحور الكبير: $2a = r_1 + r_2$

المحور الصغير: $2d$

ب- القانون الثاني (قانون المساحات).

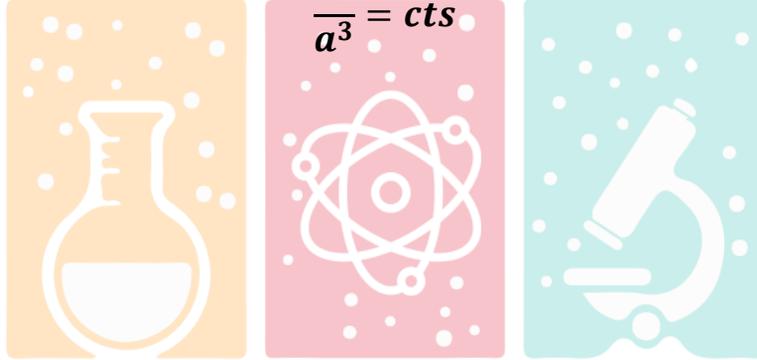
إن المستقيم الرابط بين الشمس والكوكب يمسح مساحات متساوية خلال فترات زمنية متساوية.



ج- القانون الثالث (قانون الدور الفلكي).

يتناسب مربع الدور لمدار كوكب مع مكعب البعد المتوسط للكوكب عن الشمس (نصف المحور الكبير).

$$\frac{T^2}{a^3} = cts$$



أكاديمية طواهرية

للعلوم الفيزيائية

WWW.AC.TOUAHRIA.COM

المستوى: سنة ثالثة ثانوي علوم تجريبية. **الوحدة 02:** تطور جملة ميكانيكية. **الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز.

البطاقة التربوية 03: دراسة حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء..

المستوى: السنة ثالثة ثانوي علوم تجريبية + تقني رياضي + رياضيات. **الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز.
المجال: التحولات الرتيبة.
الوحدة 02: تطور جملة ميكانيكية.
الموضوع: دراسة حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء.
المدة الاجمالية: 12 سا + 3 أ م.
نوع النشاط: نظري.
المدة: 3 سا.

مؤشرات الكفاءة:

يفسر بواسطة معادلة تفاضلية حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء.

مراحل سير الدرس:

3- حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء.

1.3- القوى الخارجية التي يخضع لها الجسم.

2.3- حركة السقوط الحقيقي لجسم في الهواء.

3.3- حركة السقوط الحر لجسم.

الوسائل المستعملة:

جهاز الكمبيوتر المحمول.

جهاز العرض.

مختلف تجهيزات وأدوات المخبر.

المراجع:

المنهاج.

الوثيقة المرافقة.

الكتاب المدرسي.

وثائق من شبكة الأنترنت.

التقويم:

- مجموعة تطبيقات تحقق مؤشرات الكفاءة.

ملاحظات:

أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.C.TOUAHRIA.COM

3- حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء.

1.3- القوى الخارجية التي يخضع لها الجسم.

- القوى التي يخضع لها الجسم أثناء حركته وخصائصها:

ملاحظات	الجهة	العبرة الحرفية	القوة
m : كتلة الجسم وحدته (kg) . g : الجاذبية الارضية $g = 10N.Kg^{-1}$ ρ_f : الكتلة الحجمية للمائع (هواء أو سائل) وحدتها (kg/m^3) . V_s : حجم الجسم الصلب المتحرك (يساوي حجم المائع المزاح) وحدته (m^3) . K : ثابت الاحتكاك. v : سرعة الجسم (m/s)	دائما شاقولية نحو مركز الأرض	$P = mg$	قوة الثقل \vec{P}
	دائما شاقولية نحو الأعلى.	$\pi = \rho_f V_s g$	دافعة أرخميدس $\vec{\pi}$
	دائما عكس جهة الحركة	حالة سرعة ضعيفة $f = Kv$ حالة سرعة كبيرة $f = kv^2$	قوة الاحتكاك \vec{F}

2.3- حركة السقوط الحقيقي لجسم في الهواء.

- الجملة المدروسة: الجسم الصلب المتحرك.

- مرجع الدراسة: سطحي أرضي نعتبره غاليليا.

- القوى الخارجية المؤثرة على الجملة:

الثقل (\vec{P}) ، دافعة أرخميدس $(\vec{\pi})$ ، وقوة الاحتكاك (\vec{f}) .

- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G \quad \vec{P} + \vec{\pi} + \vec{f} = m\vec{a}_G$$

بالاسقاط على المحور (oz) : $P - \pi - f = ma_z$

$$mg - \rho_{air} V_{air} g - f = m \frac{dv}{dt}$$

$$\frac{mg - \rho_{air} V_{air} g}{m} = \frac{1}{m} f + \frac{dv}{dt}$$

الشكل النهائي للمعادلة التفاضلية له علاقة بشكل قيمة قوة الاحتكاك:

حالة السرعات الكبيرة $f = kv^2$

حالة السرعات الضعيفة $f = kv$

$$\frac{K}{m} v^2 + \frac{dv}{dt} = \frac{mg - \rho_{air} V_{air} g}{m}$$

$$\frac{K}{m} v + \frac{dv}{dt} = \frac{mg - \rho_{air} V_{air} g}{m}$$

- المعادلة التفاضلية هي معادلة من الدرجة الأولى حلها من الشكل: $v = v_l(1 - e^{-t/\tau})$

- في النظام الدائم أين يكون $a = \frac{dv}{dt} = 0$ وتبلغ السرعة قيمتها الحدية v_l يمكن التعويض في

المعادلة التفاضلية لإيجاد v_l في كلتا حالتى الاحتكاك:

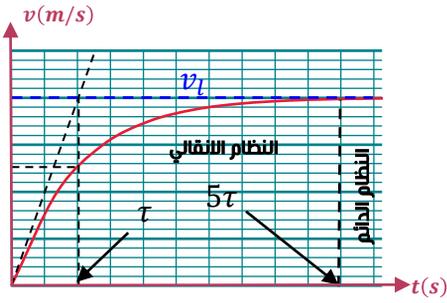
حالة السرعات الكبيرة $f = kv^2$

حالة السرعات الضعيفة $f = kv$

$$v_l = \sqrt{\frac{(\rho_s V_s - \rho_{air} V_{air})g}{k}}$$

$$v_l = \frac{(\rho_s V_s - \rho_{air} V_{air})g}{k}$$

حل المعادلة التفاضلية من الشكل: $v = v_l(1 - e^{-t/\tau})$



حيث $\tau = \frac{K}{m}$ هو الزمن المميز للسقوط وهندسيا يحسب من خلال تقاطع مماس البيان $v = f(t)$ عند اللحظة $t = 0$ مع المستقيم المقارب في النظام الدائم.

حيث v_l هي السرعة الحدية وتزداد بزيادة الكتلة الحجمية للجسم الصلب ρ_s .

تبلغ الحركة النظام الدائم (ثبات السرعة) لها: $t = 5\tau$.
3.3- حركة السقوط الحر لجسم:

إن السقوط في الفراغ غير مرتبط بالكتلة، في غياب مقاومة الهواء كل الأجسام تسقط بالتسارع نفسه مهما كان شكلها أو حجمها.



- الجملة المدروسة: الجسم الصلب المتحرك.

- مرجع الدراسة: سطحي أرضي نعتبره غاليليا.

- القوى الخارجية المؤثرة على الجملة: الثقل (\vec{P}) فقط.

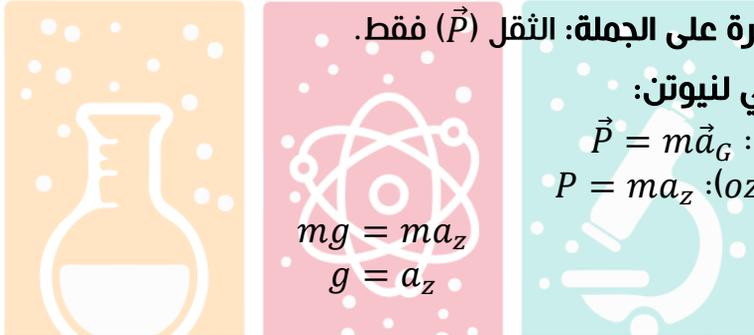
- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:

$$\vec{P} = m\vec{a}_G \quad \text{فنجد: } \sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$$

$$P = ma_z \quad (\text{oz):}$$

$$mg = ma_z$$

$$g = a_z$$



شعاع التسارع	شعاع السرعة اللحظية	شعاع الموضع (الفاصلة)
$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = 0 \\ a_z = -g \end{cases}$	$\vec{v} \begin{cases} v_x = 0 \\ v_y = 0 \\ v_z = gt + v_0 \end{cases}$	$\vec{r} \begin{cases} x = 0 \\ y = 0 \\ z = g \frac{1}{2} t^2 + v_0 t + z_0 \end{cases}$

المستوى: سنة ثالثة ثانوي علوم تجريبية. **الوحدة 02:** تطور جملة ميكانيكية. **الأستاذ:** طواهرية عبد العزيز.

البطاقة التربوية 04: تطبيقات القانون الثاني لنيوتن.

المستوى: السنة ثالثة ثانوي علوم تجريبية + تقني رياضي + رياضيات.	الأستاذ: طواهرية عبد العزيز.
المجال: التحولات الرتيبة.	المدة الاجمالية: 12 سا + 3 أ م.
الوحدة 02: تطور جملة ميكانيكية.	نوع النشاط: نظري.
الموضوع: تطبيقات القانون الثاني لنيوتن.	المدة: 3 سا.

مؤشرات الكفاءة:

يفسر حركة جسم خاضع لعدّة قوى بواسطة الطاقة أو القانون الثاني لنيوتن.

مراحل سير الدرس:

4- تطبيقات القانون الثاني لنيوتن.

- 1.4- دراسة الحركة على المستوي الأفقي.
- 2.4- دراسة الحركة على المستوي المائل.

الوسائل المستعملة:

- جهاز الكمبيوتر المحمول.
- جهاز العرض.
- مختلف تجهيزات وأدوات المخبر.

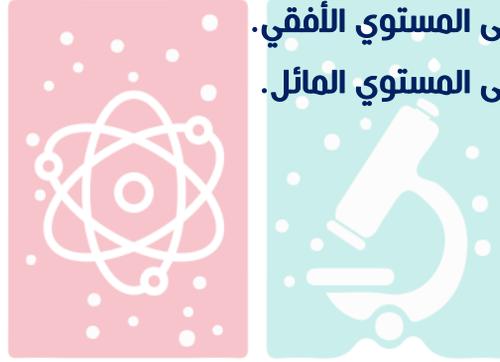
المراجع:

- المنهاج.
- الوثيقة المرافقة.
- الكتاب المدرسي.
- وثائق من شبكة الأنترنت.

التقويم:

- مجموعة تطبيقات تحقق مؤشرات الكفاءة.

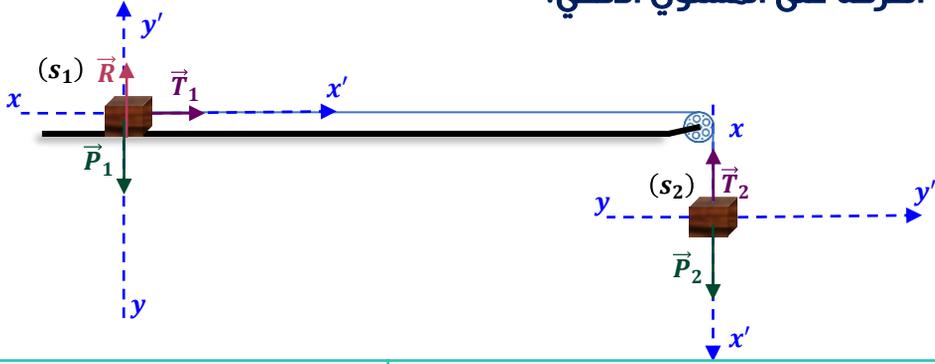
ملاحظات:



أكاديمية طواهرية
للعلوم الفيزيائية
WWW.AKADIMIA.TOUAHRIA.COM

4- تطبيقات القانون الثاني لنيوتن.

1.4- دراسة الحركة على المستوى الأفقي.



حركة الجسم (s ₂)	حركة الجسم (s ₁)
<ul style="list-style-type: none"> - الجملة المدروسة: الجسم (s₂). - مرجع الدراسة: سطحي أرضي نعتبره غاليليا. - القوى الخارجية المؤثرة على الجملة: - الثقل (\vec{P}) وشدة توتر الخيط (\vec{T}_2). - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن: 	<ul style="list-style-type: none"> - الجملة المدروسة: الجسم (s₁). - مرجع الدراسة: سطحي أرضي نعتبره غاليليا. - القوى الخارجية المؤثرة على الجملة: - الثقل (\vec{P})، شدة توتر الخيط (\vec{T}_1) وقوة رد الفعل الناطمي (\vec{R}). - بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:
$\vec{P} + \vec{T}_2 = m_2 \vec{a}_2 \quad \text{فنجند: } \sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a}_G$ <p>بالاسقاط على المحورين (ox) و(oy):</p> $\begin{cases} P_x + T_{2x} = m_2 a_x \\ P_y + T_{2y} = m_2 a_y \\ \begin{cases} P - T_2 = m_2 a_x \\ 0 + 0 = m_2 a_y \end{cases} \\ \begin{cases} m_2 g - T_2 = m_2 a_x \\ 0 = a_y \end{cases} \end{cases}$ $m_2 g - T_2 = m_2 a_2 \quad (2)$	$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T}_1 = m_1 \vec{a}_1 \quad \text{فنجند: } \sum \vec{F}_{ext} = m \vec{a}_G$ <p>بالاسقاط على المحورين (ox) و(oy):</p> $\begin{cases} P_x + R_x + T_{1x} = m_1 a_x \\ P_y + R_y + T_{1y} = m_1 a_y \\ \begin{cases} 0 + 0 + T_1 = m_1 a_x \\ -P + R + 0 = m_1 a_y \end{cases} \\ \begin{cases} T_1 = m_1 a_x \\ 0 = a_y \end{cases} \end{cases}$ $T_1 = m_1 a_1 \quad (1)$

- كون الخيط غير قابل للامتطاط ومهمل الكتلة وكون البكرة مهمة الكتلة أيضا. يكون للجسمين (s₁) و (s₂) نفس السرعة والتسارع في كل لحظة كما تكون شدة التوتر نفسها في كل نقاط الخيط أي: (T = T₁ = T₂) و (a = a₁ = a₂).
بجمع (1) و(3) طرفا لطرف نجد:

$$m_2 g - T_2 + T_1 = m_2 a_2 + m_1 a_1$$

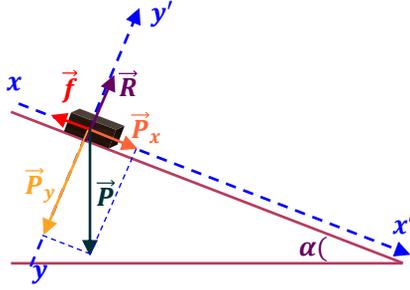
$$m_2 g - T + T = m_2 a + m_1 a$$

$$m_2 g = a(m_1 + m_2)$$

$$a = \frac{m_2 g}{(m_1 + m_2)} = a_1 = a_2 = cts$$

- وعليه فإن كلا من تسارعي مركزي عطالة الجسمين (s₁) و (s₂) ثابتين خلال الزمن، إذا مركزا عطالة الجسمين لهما حركة مستقيمة متسارعة بانتظام على المستوى الأفقي.

2.4- دراسة الحركة على المستوي المائل:



- الجملة المدروسة: الجسم (s).
- مرجع الدراسة: سطحي أرضي نعتبره غاليليا.
- القوى الخارجية المؤثرة على الجملة: الثقل (\vec{P}), قوة الاحتكاك (\vec{f}) وقوة الفعل الناظمي \vec{R} .
- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:
بالإسقاط على المحورين (ox) و(oy):
$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m\vec{a}_G$$

$$\begin{cases} P_x + R_x + f_x = ma_x \\ P_y + R_y + f_y = ma_y \end{cases}$$

$$\begin{cases} P \sin \alpha + 0 - f = ma \\ -P \cos \alpha + R + 0 = 0 \end{cases}$$

$$mg \sin \alpha + 0 - f = ma \quad (1)$$

$$-mg \cos \alpha + R + 0 = 0 \quad (2)$$

من العبارة (2) نجد عبارة
: (\vec{R})

$$R = mg \cos \alpha$$

عبارة التسارع في غياب
الاحتكاك:

$$a = g \sin \alpha = cts$$

من (1) عبارة التسارع في وجود
الأحتكاك:

$$a = \frac{mg \sin \alpha - f}{m} = cts$$

لدينا التسارع a قيمته ثابتة ومسار مركز عطالة الجسم مستقيم تكون حركة الجسم الصلب على المستوي المائل حركة مستقيمة متغيرة بانتظام.

أكاديمية طواهرية

للعلوم الفيزيائية

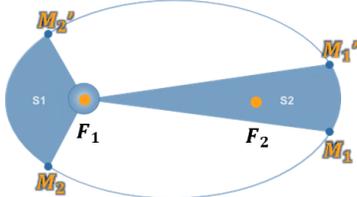
WWW.AC.TOUAHRIA.COM

تمارين شاملة

تمرين 01:

1- يمثل الشكل -1- مسار حركة أحد كواكب المجموعة الشمسية حول الشمس، يستغرق الكوكب P نفس المدة الزمنية Δt في قطع المسافتين M_1M_1' و M_2M_2' . أذكر نصي قانوني كيببلر الذين يمكن استخلاصهما.

2- لتبسيط الدراسة نعتبر مسارات الكواكب دائرية نصف قطرها r بحيث تقع الشمس في مركزها. يعطى الجدول الآتي مميزات حركة بعض هذه الكواكب.



الشكل -1-

الكواكب	$r \times 10^6 \text{km}$	الدور	$T^2/r^3 (\text{s}^2 \cdot \text{m}^{-3})$
الزهرة	108,2	224j16h	
الارض	149,6	365j6h	
زحل	227,9	686j22h	

أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز عطالة الكوكب P في المعلم الهيليومركزي، جد عبارة سرعة الكوكب بدلالة ثابت الجذب العام G ، كتلة الشمس M_s ونصف القطر r لمسار الكوكب P .

ب- أكتب عبارة الدور T للكوكب بدلالة G ، M_s و r ثم استنتج عبارة القانون الثالث لكيببلر.

ج- أكمل الجدول السابق. ماذا تستنتج؟

د- أحسب كتلة الشمس M_s .

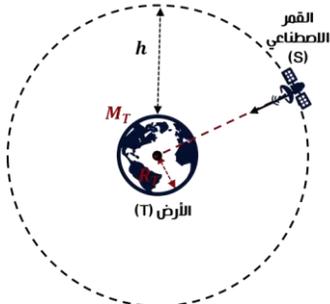
هـ- تتميز حركة كوكب المشتري حول الشمس بالدور $T = 314j11h$ ، أوجد البعد r لمركز المشتري عن مركز الشمس.

يعطى: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{SI}$

تمرين 02:

لمنافسة النظام الأمريكي في التموقع الدقيق GPS والتحرر منه، وضع الاتحاد الأوروبي نظامه الخاص المسمى $Galileo$ المتكون من 30 قمرا اصطناعيا يرسم كل واحد منها مسارا نعتبره دائريا حول الأرض على ارتفاع $h = 23616 \text{km}$ من سطحها.

تتم دراسة حركة أحد هذه الأقمار الاصطناعية (S) في المرجع المركزي الأرضي والذي يمكن اعتباره غاليليا (الشكل -1-).



الشكل -1-

1- أكتب العبارة الشعاعية لقوة جذب الأرض $\vec{F}_{T/S}$ التي تؤثر بها الأرض (T) على القمر (S) بدلالة ثابت التجاذب الكوني G ، كتلة الأرض M_T ، كتلة القمر الاصطناعي m_s .

نصف قطر الأرض R_T والارتفاع h ومثلها على الشكل -1-

2- أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في المرجع المحدد،

أوجد العبارة الحرفية للسرعة المدارية v للقمر (S) بدلالة G ، M_T ، R_T و h ثم أحسب قيمتها.

ب- أكتب العبارة الحرفية للدور T لحركة القمر الاصطناعي (S) بدلالة R_T ، h و v ثم أحسب قيمته.

تمرين 03:

قطرة ماء كروية الشكل ساكنة في البداية نصف قطرها $r = 0,5 \text{ mm}$ وكتلتها الحجمية $\rho_e = 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ ، تسقط في الهواء من نقطة O في اللحظة $t = 0$. (نعتبر أن مسارها شاقوليا) باعتبار احتكاك القطرة مع الهواء مهملاً.

أ- أحسب النسبة بين ثقل القطرة P وشدة دافعة أرخميدس π . ماذا تستنتج؟

ب- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، اوجد المعادلتين $v(t)$ و $y(t)$.

ج- مثل مخطط السرعة $v(t)$ خلال المجال الزمني $[0; 12 \text{ s}]$ باستعمال سلم رسم مناسب.

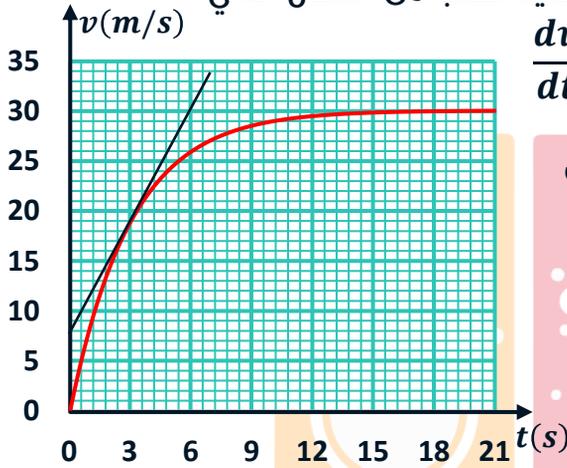
د- أحسب المسافة التي تقطعها الكرة خلال 10 s .

2- نأخذ الآن في الاعتبار أن قوة الاحتكاك من الشكل $\vec{f} = -k \cdot \vec{v}$ ، ودافعة أرخميدس مهملة.

أ- مثل القوة المؤثرة على القطرة عند اللحظة $t = 0$ والنظام الدائم.

ب- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت أن المعادلة التفاضلية تكتب من الشكل التالي:

$$\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m} \cdot v = g$$



ج- أكتب عبارة السرعة الحدية v_{lim} .

3- مثلنا في الشكل -1-، مخطط السرعة لحركة القطرة في وجود قوى الاحتكاك.

أ- اعتماداً على المنحنى البياني الممثل في الشكل -1-،

أوجد قيمة السرعة الحدية v_{lim} .

ب- حدد قيمة الزمن المميز τ لحركة القطرة.

ج- أحسب شدة المحصلة المطبقة على القطرة عند

اللحظة $t = 3 \text{ s}$ ، ثم استنتج شدة قوة الاحتكاك عند نفس اللحظة.

د- انطلاقاً من إجابة السؤال (3-ج)، استنتج قيمة الثابت k محددًا وحدته في نظام الوحدات الدولية. المعطيات:

$$\rho_{air} = 1,29 \text{ Kg.m}^{-3}$$

$$V_{eau} = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$$

تمرين 04:

كريتان متماثلتان، كتلة كل منهما $m = 4 \text{ g}$ ونصف قطرهما هو $r = 2 \text{ cm}$ ، نترك الأولى تسقط شاقوليا في الهواء بدون سرعة ابتدائية. وعند نفس المستوى الأفقي وفي نفس اللحظة نقذف الثانية شاقوليا نحو الأسفل بسرعة ابتدائية شدتها v_0 .

تخضع الكريتان إلى قوة احتكاك مع الهواء نمذجها بقوة عبارتها $\vec{f} = -k \cdot \vec{v}$. (دافعة أرخميدس مهملة)

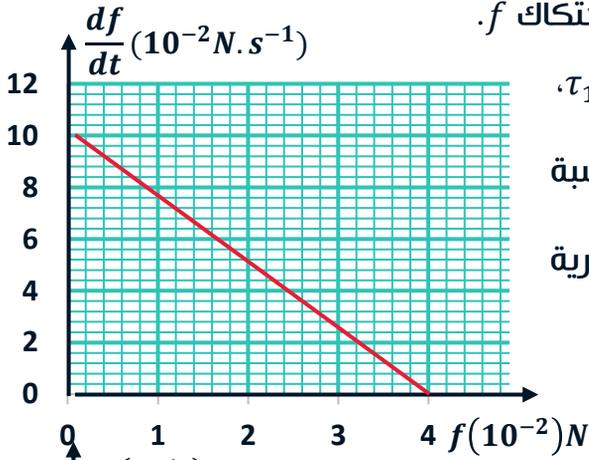
1- مثل القوى المؤثرة على الكرة الأولى في النظام الدائم.

2- أ- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن المعادلة التفاضلية لتطور شدة قوة الاحتكاك المؤثرة على الكرة الأولى، تكتب على الشكل التالي:

$$\frac{df}{dt} + A \cdot f = B$$

مستنتجا عبارة A و B .

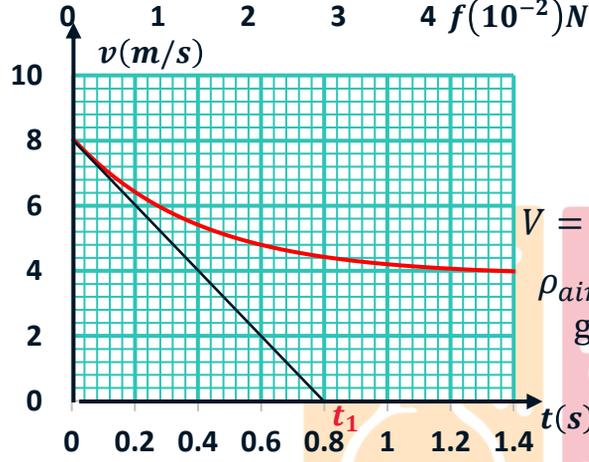
ب- يمثل الشكل -1-، تغيرات (df/dt) بدلالة شدة قوة الاحتكاك f .



- بالاعتماد على الشكل -1-، جد قيمة كل من: ثابت الزمن τ_1 ، ثابت الاحتكاك k والسرعة الحدية v_{lim1} .

3- أ- اكتب المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v بالنسبة للكرة الثانية.

ب- يمثل المنحنى الممثل في الشكل -2-، تغيرات سرعة الكرة الثانية v بدلالة الزمن t .



- ماذا تمثل القيم 8 و 4؟

- ماذا تمثل القيمة t_1 ؟ حدد قيمتها.

4- ارسم كيفيا المنحنى $v_1 = h(t)$ الخاص بالكرة الأولى مع المنحنى $v_2 = g(t)$ على نفس المعلم: المعطيات:

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \text{ (حجم الكرة)}$$

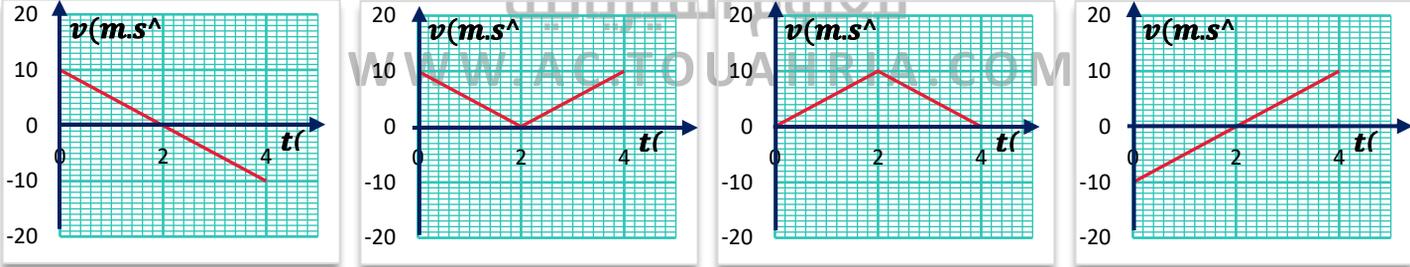
$$\rho_{air} = 1,3 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$g = 10 \text{ m.s}^{-2}$$

تمرين 05:

جسم (S) صلب كتلته $m = 1 \text{ Kg}$ يمكنه الحركة دون احتكاك على مستوي مائل يميل عن الأفق بزاوية α أن يرسل الجسم (S) في اللحظة $t = 0$ من النقطة O بسرعة ابتدائية \vec{v}_0 نحو الأعلى وفق خط الميل الأعظمي للمستوي المائل والذي يوازي (O, \vec{i}) . نأخذ $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

سمحت دراسة مركز عطالة الجسم (S) بالحصول أحد مخططات السرعة $v = f(t)$ التالية:



المخطط -01-

المخطط -02-

المخطط -03-

المخطط -04-

1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن تسارع مركز عطالة الجسم (S) ثابت (بعد لحظة ارسال الجسم من النقطة O).
2. استخرج المعادلة الزمنية للسرعة، ثم استنتج المعادلة الزمنية للحركة.
3. أعط عدد أطوار حركة الجسم (S) ، مع تحديد طبيعة الحركة في كل طور. مع الشرح الدقيق.
4. مثل شعاع سرعة مركز عطالة الجسم (S) وشعاع تسارع في كل طور. (استعن بالشكل -01-)
5. ما هو المخطط الموافق لحركة الجسم (S) ؟ برر اجابتك.
6. باستغلال المنحنى البياني $v = f(t)$ المشار له في السؤال السابق أوجد قيمة تسارع مركز عطالة الجسم (S) .
7. استنتج قيمة زاوية ميل المستوي α .
8. أحسب المسافة الفعلية المقطوعة بين اللحظتين $t_1 = 0 \text{ s}$ و $t_2 = 4 \text{ s}$.