

**الوحدة 05: تطور جملة ميكانيكية**

<p><b>المستوى:</b> نهائي علوم تجريبية وتقني رياضي ورياضيات</p> <p><b>المجال:</b> التطورات الريبية.</p> <p><b>الوحدة 05:</b> تطور جملة ميكانيكية</p>	<p><b>الأستاذ:</b> ملكي علي.</p> <p><b>المدة الاجمالية للوحدة:</b> (15م + 10 سا نظري)</p>
<p><b>مؤشرات الكفاءة:</b></p> <p>يفسر بواسطة الطاقة أو القانون الثاني لنيوتن حركة قذائف وحركة الكواكب أو الأقمار الاصطناعية.</p> <p>يفسر حركة جسم صلب خاضع لعدة قوى بواسطة الطاقة أو القانون الثاني لنيوتن.</p> <p>يفسر بواسطة معادلة تفاضلية حركة جسم صلب في الهواء وخاضع لاحتكاك.</p> <p>يعرف حدود ميكانيك نيوتن.</p>	<p><b>تدرج تعليمات الوحدة:</b></p> <p>نشاط توثيقي يتناول تاريخ ميكانيك نيوتن</p> <p>التطرق لبعض المفاهيم الأساسية</p> <p>كتابة نص القانون الأول والثاني لنيوتن.</p> <p>مفهوم التسارع واستنتاج القانون الثاني لنيوتن.</p> <p>حركة الكواكب أو الاقمار الاصطناعية بقوانين نيوتن</p> <p>قوانين كبلر دراسة القوى المؤثرة على جسم صلب خلال سقوطه في الهواء والسقوط الحر</p> <p>حركة القذيفة في حقل الجاذبية الأرضية</p> <p>دراسة الحركة على المستوي الأفقي والمستوي المائل</p> <p>نسبية الزمن (عجز ميكانيك نيوتن لشرح الآنية في الأفعال المتبادلة</p>
<p><b>المراجع:</b></p> <p>الكتاب المدرسي-الوثيقة المرافقة-المنهاج-وثائق من شبكة الأنترنت.</p>	<p><b>مراحل سير الوحدة:</b></p> <p>1-وقفات مهمة في تاريخ الميكانيك</p> <p>2-تذكير: مبادئ الحركة والسكون (النقطة المادية-الجملة المادية-مركز العطالة – المرجع- شعاع الموضوع-شعاع السرعة)</p>
<p><b>التقويم:</b></p> <p>يفسر بواسطة القانون الثاني لنيوتن حركة الكواكب والأقمار الاصطناعية</p> <p>يفسر بواسطة معادلة تفاضلية حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء</p> <p>يفسر حركة القذيفة بواسطة الطاقة أو القانون الثاني لنيوتن</p> <p>يفسر حركة جسم صلب خاضع لعدة قوى بواسطة القانون الثاني لنيوتن أو الطاقة.</p>	<p>3-القوانين الثلاثة لنيوتن ومفهوم التسارع</p> <p>كيف نمثل شعاع التسارع والتأكد من قانون نيوتن الثاني</p> <p>4-شرح حركة كوكب أو قمر اصطناعي.</p> <p>5-دراسة حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء:</p> <p>1-5-دراسة حركة السقوط الحقيقي للجسم الصلب</p> <p>1-5-دراسة حركة السقوط الحر للجسم الصلب في الهواء</p> <p>6-تطبيقات قانون نيوتن الثاني:</p> <p>1-6 دراسة حركة قذيفة بسرعة ابتدائية غير شاقولية</p>
<p><b>النشاطات المقترحة:</b></p> <p>أنشطة تحقق الكفاءات المستهدفة.</p> <p><b>الوسائل المستعملة</b> بالونات – جسم خفيف -برمجية (Avistep) - كامرا رقمية - حاسوب</p>	<p>2-6 دراسة حركة مركز عطالة جسم صلب خاضع لعدة قوى.</p> <p>أ-دراسة الحركة على المستوي الأفقي</p> <p>ب-دراسة الحركة على المستوي المائل</p> <p>7-حدود ميكانيك نيوتن</p>

المستوى: نهائي علوم تجريبية وتقني	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
بطاقة الحصة -1-		
الوحدة: تطور جملة ميكانيكية	الموضوع: القوانين الثلاثة لنيوتن ومفهوم التسارع	

مؤشرات الكفاءة:

- نشاط توثيقي يتناول تاريخ ميكانيك نيوتن
- التطرق لبعض المفاهيم الأساسية (النقطة المادية-الجملة المادية-مركز العطالة –المرجع-شعاع الموضوع- شعاع السرعة)
- كتابة نص القانون الأول والثالث لنيوتن.
- مفهوم التسارع واستنتاج القانون الثاني لنيوتن عمليا

الوسائل /الأدوات والوثائق المستعملة:

- المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ+ كتاب مدرسي

المدة	عناصر الدرس	ما يقوم به التلميذ	ما يقوم به الأستاذ	التقويم
60د	1-وقفات مهمة في تاريخ الميكانيك 2-تذكير: مبادئ الحركة والسكون (النقطة المادية-الجملة المادية- مركز العطالة –المرجع-شعاع الموضوع-شعاع السرعة)	استرجاع المعلومات والكفاءات القبلية للسنة الأولى ثانوي دراسة وثيقة تاريخية ص 242 الإجابة عن الاشكاليات	<u>يطرح الإشكاليات التالية:</u> -كيف تم توحيد الميكانيك الفلكية والأرضية. -هناك عدة مراجع أذكر بعضها منها. -متى يمكن اعتبار الجملة نقطة مادية؟	تمرين 1 الكتاب المدرسي
120د	3-القوانين الثلاثة لنيوتن ومفهوم التسارع كيف نمثل شعاع التسارع والتأكد من قانون نيوتن الثاني (عمل مخبري)	ينجز التلاميذ التجربة يقوم بالنشاط الموضح في الشكل 16 ص 240 ويمثل شعاع التسارع لعطالة الجملة في أية لحظة.	يعطي قوانين نيوتن الأول والثالث المدروسة في الجذع المشترك ويقدم قانون نيوتن الثاني بعد التأكد منه مخبريا يعرف شعاع التسارع ويوجه الإجابات ويصححها	

**1-وقفات مهمة في تاريخ الميكانيك**

**أرسطو:** لكل من الميكانيك الفلكية والأرضية قوانين خاصة بها والأرض مركز الكون وكانت قوانينه معتمدة على الحدس

**كوبرنيك:** وضع فرضية النظام الهيليومركزي ووضع 48 مسار دائري لحركة الكواكب بسرعة ثابتة

**كبلر:** عمل بالنظام الهيليومركزي رسم الكواكب بسبعة مدارات اهليلجية لا دائرية بسرعة غير ثابتة

**نيوتن:** توحيده الميكانيك الفلكية والميكانيك الأرضية ووضع قانون الجذب العام وقوانينه الثلاث تدرس لاحقا

**2-تذكير: مبادئ الحركة والسكون:**

**1-2-النقطة المادية:** هي كل جسم مهمل الأبعاد الهندسية بالنسبة للمرجع الذي يدرس فيه

**2-2-الجملة المادية:** هي مجموعة من النقاط المادية المرتبطة فيما بينها (مطرفة، كرسي، قسم، سيارة ...)

**3-2-مركز العطالة:** هو نقطة من الجسم أو الجملة المادية وتسمى كذلك مركز الكتلة تتبعه في كل تنقلاته

**4-2-المرجع:** هو المعلم الذي تدرس فيه حركة الأجسام وهو ثلاثة أنواع (خطي، مستوي، فضائي)

**خطي:** يتكون من مستقيم موجه له مبدأ وشعاع وحدة  $(O, x)$  تدرس فيه الحركات المستقيمة

**مستوي** يتكون من تعامد مستقيمين موجهين  $(O, x, y)$  تدرس فيه الحركات (المنحنية)

**فضائي** يتكون من تعامد 3 مستقيمت موجهة  $(O, x, y, z)$  تدرس فيه الحركات الفضائية

**5-2-شعاع الموضع:** هو الشعاع الذي يشير إلى الجسم أثناء تنقله في معلم وتتغير مركباته بحسب المعلم ويعطى في المعلم

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

**6-2-شعاع السرعة** يعرف كما يلي

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d(x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k})}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$

**تمرين تدريبي** تتغير وضعية نقطة مادية من  $\vec{P}_1 = (3\vec{i} - 2\vec{j} - \vec{k})m$

إلى  $\vec{P}_2 = (4\vec{i} - \vec{j} - 3\vec{k})m$  خلال  $t = 2s$  - أحسب سرعتها اللحظية.

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

$$\vec{v} = \frac{(4-3)}{2}\vec{i} + \frac{(-1+2)}{2}\vec{j} + \frac{(-3+1)}{2}\vec{k} = \frac{1}{2}\vec{i} + \frac{1}{2}\vec{j} - \vec{k}$$

$$\|v\| = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 + (1)^2} = 1,22m/s \text{ اذن } \|v\| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$

**3-القوانين الثلاثة لنيوتن**

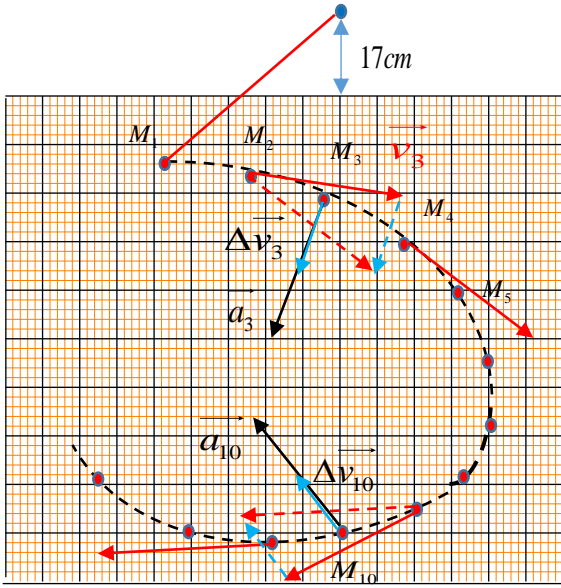
**1-3-القانون الاول: (مبدأ العطالة)** إذا كانت محصلة القوى المؤثرة على جسم معدومة فإن الجسم يكون ساكن أو يتحرك

$$\sum \vec{f} = \vec{0}$$

**2-3- القانون الثاني:** إذا أثرت قوة على جسم فإن ذلك يتسبب في تغير سرعته (اكتساب تسارع) يعبر في كل أنواع المعالم

العطالية (الغاليلية) عن قانون نيوتن الثاني بالعلاقة:  $\sum \vec{f} = m \cdot \vec{a}$

**ملاحظة** قانون نيوتن الثاني يثبت تجريبيا والتجربة موجودة في تجارب المفتشية العامة للبيداغوجيا (الصورة أسفله)



**مفهوم التسارع:** هو التغير في سرعة متحرك بالنسبة للزمن يرمز لشعاع

التسارع  $\vec{a}$  وحدته  $m/s^2$  ونميز أنواع من التسارع بحسب معلم الدراسة

**التسارع المماسي:** وهو مشتق السرعة بالنسبة للزمن  $a = \frac{dv}{dt}$

**التسارع الناطمي:** ويعطى بالعلاقة  $a_n = \frac{v^2}{r}$  حيث  $r$ : نصف قطر انحناء

المسار ويظهر هذا النوع في الحركات المنحنية (الدائرية المنتظمة مثلا)

**كيف نمثل شعاع التسارع (عمل مخبري)**

يمثل بالطريقة الموضحة كما في الشكل المقابل

**3-3- قانون نيوتن الثالث:** ويعرف بمبدأ الأفعال المتبادلة وينص على أنه إذا أثر جسم  $A$  على جسم  $B$  بقوة  $\vec{F}_{A/B}$  فإن

الجسم  $B$  يؤثر بدوره على الجسم  $A$  وأنما بقوة  $\vec{F}_{B/A}$  حيث  $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$

<b>المستوى: نهائي علوم تجريبية وتقني</b>	<b>ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي</b>	<b>الأستاذ: ملكي علي</b>
<b>بطاقة الحصة -2-</b>		
<b>الوحدة: تطور جملة ميكانيكية</b>		<b>الموضوع: شرح حركة كوكب أو قمر اصطناعي.</b>

**مؤشرات الكفاءة:**

- يدرس حركة الكواكب أو الأقمار الاصطناعية باستعمال قانون نيوتن الثاني
- عرض محاكاة حول حركة الكواكب مع إبراز خواص الحركة الدائرية المنتظمة.
- التعرف على قوانين كبلر

**الوسائل /الأدوات والوثائق المستعملة:**

- المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ+ كتاب مدرسي

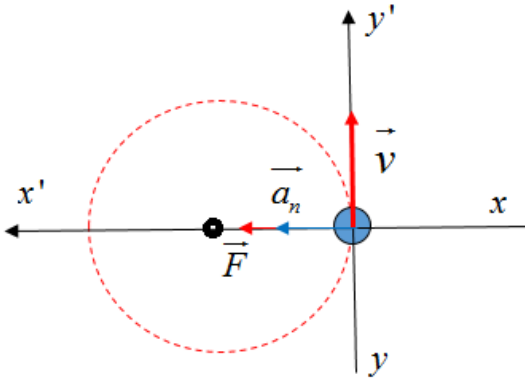
التقويم	ما يقوم به الأستاذ	ما يقوم به التلميذ	عناصر الدرس	المدة
تمارين من الكتاب المدرسي	<b><u>يطرح الإشكالية التالية:</u></b> 1- ماهي شروط الحصول على حركة دائرية منتظمة لجملة 2- هل كتلة الكواكب والأقمار لها تأثير على السرعة المدارية والدور. يعطي عبارة التسارع الناظمي ودور الحركة إعطاء عبارة السرعة المدارية	استرجاع المعلومات والكفاءات القبليّة للسنة الأولى ثانوي الإجابة عن الإشكاليات تفسير حركة قمر اصطناعي بالاعتماد على قانون نيوتن 2 الذي درسه في الحصة السابقة	<b><u>4-شرح حركة كوكب أو قمر اصطناعي.</u></b> 4-1-شروط الحصول على الحركة الدائرية المنتظمة 4-2-الحركة الدائرية المنتظمة للكواكب والأقمار الاصطناعية	60د
	شرح القوانين الثلاث لكبلر	تسجيل القوانين الثلاث على الكراسة	4-3-قوانين كبلر	30د

**4-شرح حركة كوكب أو قمر اصطناعي.****1-4-شروط الحصول على الحركة الدائرية المنتظمة:** تكون الجملة في حالة حركة دائرية منتظمة إذا كانت سرعتها

الابتدائية غير معدومة وكانت خاضعة لقوة مركزية عمودية على شعاع السرعة

ومن خصائص الحركة الدائرية المنتظمة ما يلي:

$$- \text{ مسارها دائري، وتسارعها ناظمي } a_n = \frac{v^2}{r}$$

-الدور هو الزمن اللازم لإنجاز دورة واحدة كاملة (مسافة  $2\pi.r$ ) يعطى بالعلاقة:  $T = 2\pi.r/v$  وحدته (s)**2-4-الحركة الدائرية المنتظمة للكواكب والأقمار الاصطناعية****أ-تفسير الحركة** نختار معلما بحيث يكون أحد محاوره ناظمي كما في الشكلباستعمال قانون نيوتن الثاني  $\sum \vec{F} = m.\vec{a}$ 

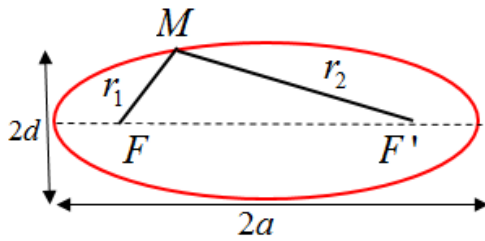
- يخضع القمر أو الكوكب في الحركة الدائرية المنتظمة إلى قوة جاذبة مركزية

تعطى بالعلاقة  $F = G \cdot \frac{m.M}{r^2}$  حيث  $G = 6,67.10^{-11}$  ثابت الجذب العامو  $r$  البعد بين القمر والمركز.بالإسقاط على محور الحركة ( $XX'$ ) نجد

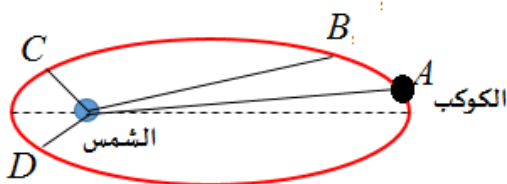
$$F = ma_n = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow G \cdot \frac{m.M}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{G.M}{r}}$$

تسمى المقدار  $v = \sqrt{\frac{G.M}{r}}$  السرعة المدارية ونرمز لها بالرمز  $v_{orb} = \sqrt{\frac{G.M}{r}}$  وهي السرعة الثابتة في الشدة والمتغيرة في الجهةحيث،  $M$  كتلة الجسم الجاذب ب  $kg$ ،  $m$  كتلة القمر أو الكوكب و  $r$  البعد المتوسط بين الجسمين بالمتر**3-3-قوانين كيبلر**

تدرس قوانين كيبلر حركة الكواكب التي تدور حول النجوم (الشمس) في مسارات اهليلجية والمسار الأهليلجي هو مسار

بيضوي يتميز بمحرقين  $F, F'$  توجد الشمس في أحدهما. له قطر صغير  $2d$ ، وقطر كبير  $2a$ **1-2-4-القانون الأول:** تتحرك الكواكب في مدارات اهليلجية تكون الشمس في أحد محرقها.**2-2-4-القانون الثاني:** المستقيم بين الكوكب والشمس يسمح مساحات متساوية

خلال أزمنة متساوية انظر شكل 2

**3-2-4-القانون الثالث:** مربع الدور لمدار الكوكب يتناسب طردا مع مكعب البعدالمتوسط للكوكب عن الشمس ويعطى بالعلاقة:  $T^2 = ka^3$ حيث  $k$  ثابت كيبلر  $k = 4\pi^2 / G.M$ **5-دراسة حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء:****1-5-دراسة حركة السقوط الحقيقي للجسم الصلب في الهواء (عمل مخبري)**

المستوى: نهائي علوم تجريبية وتقني	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
بطاقة الحصة -3- عملي		
الوحدة: تطور جملة ميكانيكية	الموضوع: دراسة حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء	

مؤشرات الكفاءة:

- دراسة القوى المؤثرة على جسم صلب خلال سقوطه في الهواء
- يفسر بواسطة قانون نيوتن الثاني معادلة تفاضلية حركة جسم صلب في الهواء وخاضع لاحتكاك.

الوسائل /الأدوات والوثائق المستعملة:

- المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ+ كتاب مدرسي
- 4 بالونات - جسم خفيف -برنامج (Avistep) - كامرا رقمية - حاسوب

المدة	عناصر الدرس	ما يقوم به التلميذ	ما يقوم به الأستاذ	التقويم
60د	<p><u>5-دراسة حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء:</u></p> <p>5-1-دراسة حركة السقوط الحقيقي للجسم الصلب في الهواء (عمل مخبري)</p> <p>الدراسة التحليلية للتجربة والمعادلة التفاضلية</p>	<p>يقوم بالتجربة التالية: يترك أربعة بالونات مربوطة بثقل <math>m = 19g</math> بجسم كتلته</p> <p>ويسجل النتائج بواسطة برنامج Avistep يرسم بيان تغيرات السرعة بدلالة الزمن ويميز نظامي البيان ويحسب الزمن المميز للسقوط</p>	<p>يساعد التلميذ في القيام بالتجربة ويذلل بعض الصعوبات التي يصطدم بها التلميذ</p> <p>تفسير الحركة بواسطة قانون نيوتن الثاني واستنتاج المعادلة التفاضلية للحركة وعبارة السرعة الحدية</p>	تمارين من الكتاب المدرسي
30د	<p>5-2-دراسة حركة السقوط الحر للجسم الصلب</p>	<p>يستنتج معادلات المسافة و السرعة و عبارة التسارع</p>	<p>يصوب الاجابات</p>	

المستوى: نهائي علوم تجريبية وتقني	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
الوحدة: تطور جملة ميكانيكية	الموضوع: دراسة حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء	

### بطاقة عمل الأستاذ

**الإشكالية:** ما طبيعة حركة جسم في حركة سقوط شاقولي في الهواء؟

**الأدوات المستعملة:** 4 بالونات - جسم خفيف - برنامج (Avistep) - كامرا رقمية - حاسوب



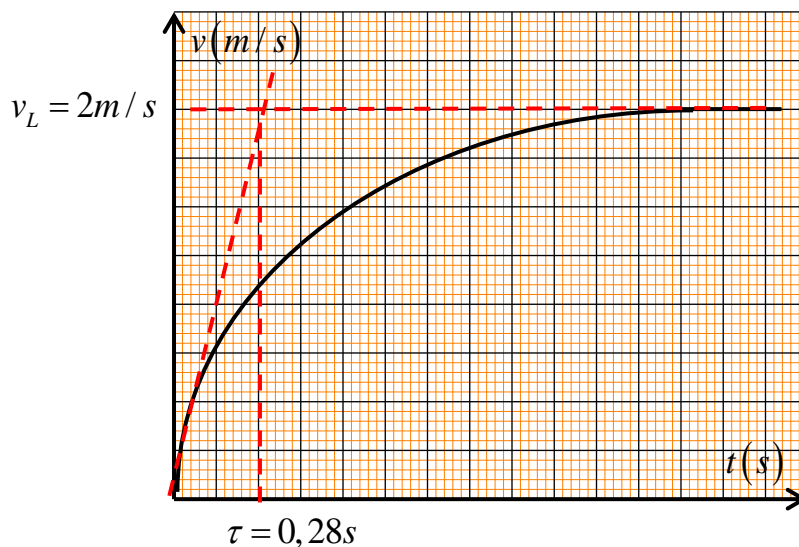
**نشاط تجريبي:** دراسة حركة السقوط الحقيقي للجسم الصلب في الهواء

نترك جسم خفيف الوزن كتلته ( $m = 19g$ ) مربوط به 4 بالونات يسقط حرا في الهواء ثم نصوره تصويرا متعاقبا وبعد تحليل الصور بواسطة برمجية (Avistep) وحساب سرعات خلال المواضع المتتالية نحصل على النتائج المبينة في الجدول التالي

$t(s)$	0	0,05	0,1	0,14	0,18	0,25	0,32	0,4	0,55	0,60	0,71	1,00	1,20	1,40
$v(m/s)$	0	0,35	0,70	0,92	1,08	1,30	1,45	1,60	1,85	1,89	1,94	1,99	2,00	2,00

### تحليل النتائج:

1- مثل المنحنى البياني الممثل لتغيرات سرعة الجسم بدلالة الزمن انظر البيان



### 2- حدّد مراحل حركة الكرة.

**المرحلة 1:** تزايد فيها السرعة تدريجيا ويسمى هذا النظام بالنظام الانتقالي

**المرحلة 2:** تثبت فيها السرعة الى قيمة واحدة تسمى السرعة الحدية  $v_L$  ويسمى هذا النظام بالنظام الدائم

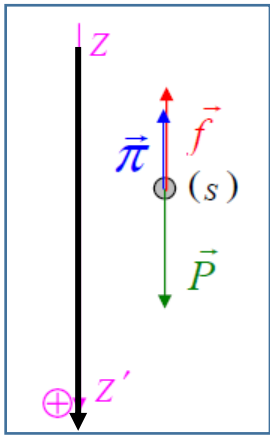
### 3- حدد بيانيا كل من السرعة الحدية و الزمن المميز للسقوط

من خلال البيان وفي النظام الدائم نجد أن ( $v_L = 2m/s$ )

ومن خلال البيان أيضا وباستعمال المماس عند الزمن ( $t = 0$ ) نجد ( $\tau = 0,28s$ )



3- ما هي القوى المؤثرة على جسم أثناء حركته؟ مثلها على رسم وشرحها القوى المؤثرة على الجسم هي:



**قوة الثقل:** هي قوة تتعلق بكتلة الجسم وجاذبية الأرض  $\vec{p} = m \cdot \vec{g}$

**قوة الاحتكاك مع الهواء:** تنشأ من مواجهة الجسم للهواء خلال حركته وهي قوة معاكسة لجهة الحركة

حيث تزداد شدتها بزيادة السرعة وتعطى في الحركات ذات السرعات الضعيفة بـ:  $f = kv$

وفي الحركات ذات السرعات الكبيرة بـ  $f = k'v^2$  يسمى  $k, k'$  ثابتا الاحتكاك

**دافعة أرخميدس:** هي قوة يطبقها المائع (سوائل والغازات) على الجسم المغمور وتعطى بالعلاقة

$$\vec{\Pi} = -\rho_f \cdot V \cdot \vec{g} \quad \text{حيث } g (m/s^2) \text{ جاذبية الأرض } V (m^3) \text{ حجم الجسم } \rho_f (kg/m^3) \text{ الكثلة الحجمية للمائع}$$

4- بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد المعادلة التفاضلية للسرعة في حالة السرعات الضعيفة والكبيرة

$$\vec{p} + \vec{f} + \vec{\Pi} = m \cdot \vec{a} \quad \text{بتطبيق قانون نيوتن الثاني:} \quad \sum \vec{f} = m \cdot \vec{a} \quad \text{ف نجد}$$

$$m \cdot g - f - \rho_f \cdot V \cdot g = m \cdot a_z \quad \text{بالإسقاط على محور الحركة (OZ) الموجه نحو الأسفل إيجابيا نجد}$$

$$m \frac{dv_z}{dt} = mg - \rho_f \cdot V \cdot g - f \quad \text{تصبح}$$

$$f = kv \quad \text{لما تكون السرعات ضعيفة}$$

$$\frac{dv_z}{dt} = g - \frac{\rho_f \cdot V \cdot g}{m} - \frac{k}{m} v \quad \text{تصبح المعادلة} \quad m \frac{dv_z}{dt} = mg - \rho_f \cdot V \cdot g - kv \quad \text{نبسط قليلا}$$

$$\frac{dv_z}{dt} + \frac{k}{m} v_z = g \left( 1 - \frac{\rho_f}{\rho_s} \right) \quad \text{ومنه} \quad \frac{dv_z}{dt} + \frac{k}{m} v_z = g \left( 1 - \frac{\rho_f \cdot V}{m} \right) \quad \text{اذن في الأخير}$$

$$v = \frac{mg}{k} \left( 1 - \frac{\rho_f}{\rho_s} \right) \left( 1 - e^{-\frac{k}{m}t} \right) \quad \text{وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الأولى وحلها من الشكل}$$

$$v_L = \frac{mg}{k} \left( 1 - \frac{\rho_f}{\rho_s} \right) \quad \text{5- عبارة السرعة الحدية: في النظام الدائم تصبح العبارة السابقة}$$

$$\tau = \frac{m}{k} \quad \text{والزمن المميز للسقوط عبارته}$$

**ملاحظة 1:** السرعة الحدية  $v_L$  تزداد بزيادة الكتلة الحجمية للجسم الصلب  $\rho_s$

**ملاحظة 2:** لما تكون قوة الاحتكاك أكبر بكثير من قوة دافعة أرخميدس تهمل هاته الأخيرة وتصبح المعادلة التفاضلية

$$v = \frac{mg}{k} \left( 1 - e^{-\frac{k}{m}t} \right) \quad \text{وحلها من الشكل} \quad \frac{dv_z}{dt} + \frac{k}{m} v_z = g$$

**لما تكون السرعات كبيرة**  $f = k'v^2$

$$v = \sqrt{\frac{mg}{k'} \left( 1 - \frac{\rho_f}{\rho_s} \right)} \left( 1 - e^{-\frac{k'}{m}t} \right) \quad \text{تصبح المعادلة} \quad \frac{dv_z}{dt} + \frac{k'}{m} v_z^2 = g \left( 1 - \frac{\rho_f}{\rho_s} \right) \quad \text{وحلها من الشكل}$$

$$\tau = \frac{m}{k} \quad \text{عبارة السرعة الحدية: في النظام الدائم تصبح} \quad v_L = \sqrt{\frac{mg}{k'} \left( 1 - \frac{\rho_f}{\rho_s} \right)} \quad \text{والزمن المميز للسقوط عبارته}$$

..... <u>التلميذ:</u> .....	..... <u>ثانوية</u> .....	<u>المستوى:</u> نهائي علوم تجريبية وتقني
الموضوع: دراسة حركة السقوط الشاقولي لجسم صلب في الهواء		الوحدة: تطور جملة ميكانيكية

### بطاقة عمل التلميذ

الإشكالية: ما طبيعة حركة جسم في حركة سقوط شاقولي في الهواء؟

الأدوات المستعملة: 4 بالونات - جسم خفيف - برنامج (Avistep) - كامرا رقمية - حاسوب



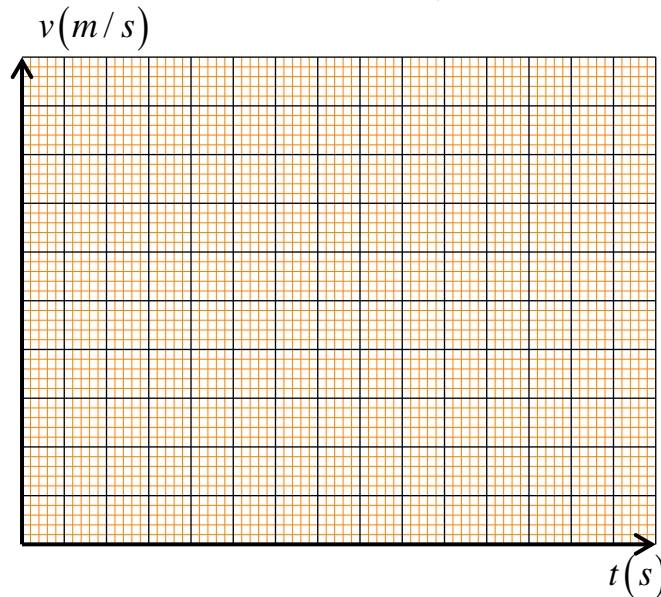
نشاط تجريبي: دراسة حركة السقوط الحقيقي للجسم الصلب في الهواء

نترك جسم خفيف الوزن كتلته ( $m = 19g$ ) مربوط به 4 بالونات يسقط حرا في الهواء ثم نصوره تصويرا متعاقبا وبعد تحليل الصور بواسطة برمجية (Avistep) وحساب سرعات خلال المواضع المتتالية نحصل على النتائج المبينة في الجدول التالي

$t(s)$														
$v(m/s)$														

تحليل النتائج:

1- مثل المنحنى البياني الممثل لتغيرات سرعة الجسم بدلالة الزمن.....



2- حدّد مراحل حركة الكرة.

.....المرحلة 1:.....

.....المرحلة 2:.....

3- حدد بيانيا كل من السرعة الحدية والزمن المميز للسقوط

.....  
.....

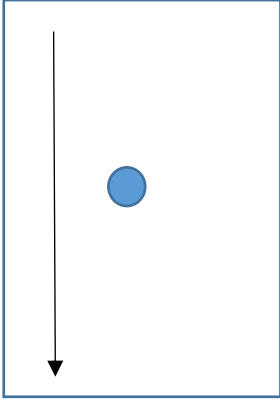
**القوى المؤثرة على جسم أثناء حركته** القوى المؤثرة على الجسم هي :

**1-قوة الثقل:** هي قوة تتعلق بكتلة الجسم وجاذبية الأرض  $\vec{p} = m \cdot \vec{g}$

**2-قوة الاحتكاك مع الهواء** تنشأ من مواجهة الجسم للهواء خلال حركته وهي قوة معاكسة لجهة الحركة حيث تزداد شدتها

بزيادة السرعة وتعطى في الحركات ذات السرعات الضعيفة بـ  $f = kv$  وفي الحركات ذات السرعات الكبيرة بـ  $f = k'v^2$

يسمى  $k, k'$  ثابتا الاحتكاك



**3-دافعة أرخميدس:** هي قوة يطبقها المائع (سوائل والغازات) على الجسم المغمور وتعطى بالعلاقة

$$\vec{\Pi} = -\rho \cdot V \cdot \vec{g} \text{ حيث } g(m/s^2) \text{ جاذبية الأرض } V(m^3) \text{ حجم الجسم } \rho(kg/m^3) \text{ الكتلة}$$

الحجمية للمائع

**مثل في الرسم التخطيطي المقابل جميع القوى السابقة المؤثرة على الجسم** .....

**4-بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد المعادلة التفاضلية للسرعة في حالة السرعات الضعيفة والكبيرة**

بتطبيق قانون نيوتن الثاني: .....

بالإسقاط على محور الحركة (OZ) الموجه نحو الأسفل إيجابيا نجد .....

وتصبح .....

لما تكون السرعات ضعيفة نضع  $f = kv$

تصبح المعادلة .....

ومنه .....

وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الأولى وحلها من الشكل  $v = \frac{mg}{k} \left(1 - \frac{\rho_f}{\rho_s}\right) \left(1 - e^{-\frac{k}{m}t}\right)$

**5-عبارة السرعة الحدية:** في النظام الدائم تصبح العبارة السابقة .....

والزمن المميز للسقوط عبارته .....

**ملاحظة 1** السرعة الحدية  $v_L$  تزداد بزيادة الكتلة الحجمية للجسم الصلب  $\rho_s$

**ملاحظة 2** لما تكون قوة الاحتكاك أكبر بكثير من قوة دافعة أرخميدس تهمل هاته الأخيرة وتصبح المعادلة

التفاضلية..... وحلها من الشكل .....

لما تكون السرعات كبيرة  $f = k'v^2$

تصبح المعادلة..... وحلها من الشكل .....

**عبارة السرعة الحدية:** في النظام الدائم تصبح..... والزمن المميز للسقوط عبارته.....

## 2-5-دراسة حركة السقوط الحر لجسم صلب في الهواء (بإهمال قوى الاحتكاك)

ملاحظة: قبل الشروع في هذا الجزء يجب التعرّيج على ملخص حول أنواع الحركات المستقيمة ومعادلاتها الزمنية وتمثيلاتها البيانية لاحتياجها الضروري في هذا الجزء،

أ-السقوط الحر: وهو السقوط في الفراغ المطلق وهو غير مرتبط بالكتلة وفي غياب مقاومة الهواء كل الأجسام تسقط

بالتسارع نفسه مهما كان شكلها أو حجمها

أ-حركة مركز عتالة جسم في سقوط حر:

بعد تمثيل القوى بإهمال جميع قوى الاحتكاك ودافعة أرخميدس

وبتطبيق قانون نيوتن الثاني على الجسم  $\sum \vec{f} = m \cdot \vec{a}$  اذن  $\vec{P} = m \cdot \vec{a}$  وبالإسقاط

على محور الحركة نجد  $P = m \cdot a$  وتصبح  $mg = m \cdot a$  معناه  $a = g$

التسارع  $a$  ثابت معناه أن الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام

إيجاد المعادلة الزمنية للحركة

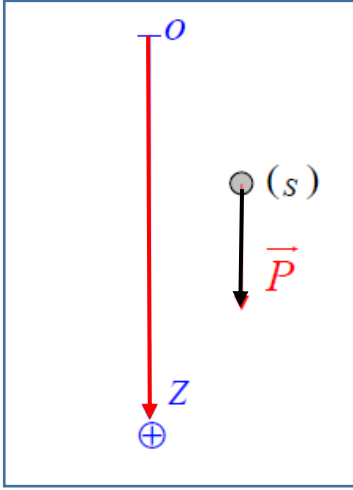
أولا الشروط الابتدائية لدينا عند  $t = 0$  يكون  $v_0 = 0$  و  $Z_0 = 0$  (الجسم انطلق من السكون)

معادلة حركة مستقيمة متغيرة بانتظام من الشكل  $Z(t) = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + Z_0$  اذن بعد التعويض بالشروط الابتدائية

$$Z(t) = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \text{ تصبح}$$

إيجاد المعادلة الزمنية للسرعة

معادلة السرعة من الشكل  $v(t) = a \cdot t + v_0$  اذن بعد التعويض بالشروط الابتدائية تصبح  $v(t) = g \cdot t$



المستوى: نهائي علوم تجريبية وتقني	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
بطاقة الحصة -4-		
الوحدة: تطور جملة ميكانيكية	الموضوع: دراسة حركة قذيفة بسرعة ابتدائية غير شاقولية	

مؤشرات الكفاءة:

- حركة القذيفة في حقل الجاذبية الأرضية
- يفسر بواسطة قانون نيوتن الثاني يستخرج معادلة المسار لحركة قذيفة بسرعة ابتدائية ليست شاقولية

الوسائل /الأدوات والوثائق المستعملة:

- المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ+ كتاب مدرسي

المدة	عناصر الدرس	ما يقوم به التلميذ	ما يقوم به الأستاذ	التقويم
30د	<p><u>6-تطبيقات قانون نيوتن الثاني:</u></p> <p>1-6 دراسة حركة قذيفة بسرعة ابتدائية غير شاقولية</p> <p>دراسة الحركة</p> <p>- طبيعة الحركة</p>	<p>تفسير الحركة بواسطة قانون نيوتن الثاني</p>	<p>قذف جسم صلب كتلته <math>m</math> بسرعة ابتدائية <math>(\vec{V}_0)</math> يصنع حاملها زاوية <math>(\alpha)</math> مع الأفق.</p>	تمارين
60د	<p>- معادلات السرعة</p> <p>- معادلات المسافة</p> <p>- معادلة المسار</p> <p>- الذروة ومدى القذيفة</p>	<p>ايجاد معادلات الحركة على المحورين</p> <p>كتابة معادلة المسار</p> <p>ايجاد إحداثيات الذروة</p> <p>ايجاد إحداثيات المدى</p> <p>يمكن إضافة أسئلة أخرى</p> <p>إيجاد زاوية السقوط، سرعة السقوط</p>	<p>يصوب الاجابات</p>	من الكتاب المدرسي

**6-تطبيقات قانون نيوتن الثاني:****1-6 دراسة حركة قذيفة بسرعة ابتدائية غير شاقولية**

الميكانيك نسي القذيفة كل جسم يقذف بجوار الأرض بسرعة ابتدائية  $\vec{V}_0$ ، ويشكل السقوط الشاقولي الحر حالة خاصة منه. ولتسهيل دراسة القذائف نهمل قوى احتكاك المائع ودافعة أرخميدس أمام قوة الثقل  $\vec{P}$

**دراسة الحركة:** في لحظة  $(t=0)$  ومن نقطة  $O$  على سطح الأرض نقذف جسم صلب كتلته  $m$ ، بسرعة ابتدائية  $(\vec{V}_0)$  يصنع حاملها زاوية  $(\alpha)$  مع الأفق.

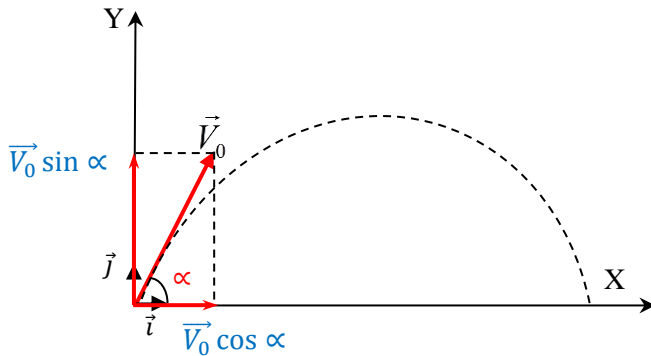
**الجملة المدروسة:** الجسم الصلب.

**المعلم:** سطحي أرضي  $(0, \vec{i}, \vec{j})$ .

**القوى المؤثرة على الجسم:** قوة الثقل  $\vec{P}$ .

**الشروط الابتدائية:** لما  $t=0$

$$\begin{cases} x_o = 0 \\ y_o = 0 \end{cases} \quad \vec{V}_o \begin{cases} V_{ox} = V_o \cos \alpha \\ V_{oy} = V_o \sin \alpha \end{cases}$$

**طبيعة الحركة**

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

$$\vec{P} = m\vec{a} \Rightarrow m\vec{g} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = g$$

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{cases} \text{ بالإسقاط على محاور المعلم نجد:}$$

ومنه نستنتج أن:

مسقط الحركة على محور  $(Ox)$ :  $(a_x = 0)$  حركة مستقيمة منتظمة .

مسقط الحركة على محور  $(Oy)$ :  $(a_y = -g)$  حركة مستقيمة متغيرة بانتظام .

**معادلات السرعة:**

$$\vec{V}_G(t) : \begin{cases} V_x(t) = V_{ox} = V_o \cos \alpha \\ V_y(t) = at + V_{oy} = -gt + V_o \sin \alpha \end{cases} \quad \text{اذن} \quad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad \text{لدينا}$$

**معادلات المسافة:**

$$y_o = 0 \text{ و } x_o = 0 \quad \text{حيث نعلم أن من الشروط الابتدائية} \quad \vec{r}(t) \begin{cases} x(t) = V_o \cos \alpha t \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + V_o \sin \alpha t \end{cases} \quad \text{اذن:} \quad \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad \text{لدينا}$$

**معادلة المسار:**

معادلة المسار تكتب من الشكل  $y = f(x)$

لدينا من المعادلة:  $x(t) = V_o \cos \alpha t$  نجد  $t = \frac{x}{V_o \cos \alpha}$  وبالتعويض في معادلة  $y(t)$  نجد:

$$y = -\frac{g}{2V_o^2 \cos^2 \alpha} x^2 + tg \alpha \cdot x \quad \text{منه:} \quad y = -\frac{1}{2}g \left( \frac{x}{V_o \cos \alpha} \right)^2 + V_o \sin \alpha \frac{x}{V_o \cos \alpha}$$

وهي من الشكل  $(y = ax^2 + b.x)$  وتمثل معادلة قطع مكافئ

الذروة ومدى القذيفة:

**1-الذروة:** تمثل أقصى ارتفاع ( $h$ ) تبلغه القذيفة أثناء حركتها، والتي توافق النقطة ( $S$ ) عند النقطة ( $S$ ) تكون سرعة القذيفة أفقية والذي يعني أن مركبة السرعة الشاقولية ( $v_y$ ) معدومة.

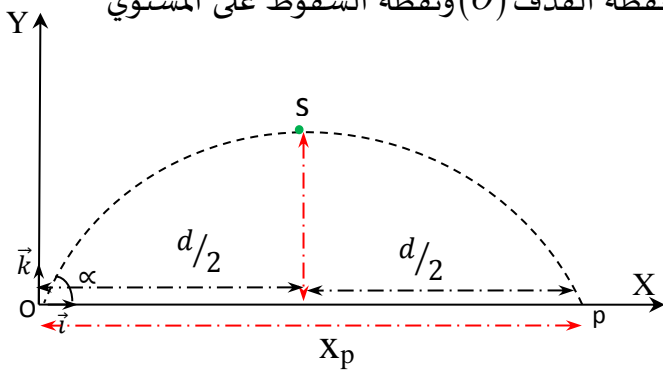
$$t_s = \frac{V_0 \sin \alpha}{g} \Leftrightarrow V_y(t_s) = -gt_s + V_0 \sin \alpha = 0$$

$$\vec{r}(t) \begin{cases} x(t_s) = V_0 \cos \alpha t_s = V_0 \cos \alpha \cdot \frac{V_0 \sin \alpha}{g} \\ y(t_s) = -\frac{1}{2} g t_s^2 + V_0 \sin \alpha t_s = -\frac{1}{2} g \cdot \frac{V_0 \sin \alpha}{g} + V_0 \sin \alpha \cdot \frac{V_0 \sin \alpha}{g} \end{cases}$$

$$\vec{r}(t) \begin{cases} x(t_s) = \frac{V_0^2}{g} \cos \alpha \cdot \sin \alpha \\ y(t_s) = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \end{cases}$$

ومنه فإن إحداثيات الذروة هي:  $S : \left( \frac{V_0^2}{g} \cos \alpha \cdot \sin \alpha, \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \right)$

**2-المدى:** مدى مسار القذيفة ( $x_p$ ) هو المسافة التي تفصل بين نقطة القذف ( $O$ ) ونقطة السقوط على المستوي



الأفقي وتمثل من معادلة المسار

$$\text{لدينا: } y = -\frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + \tan \alpha \cdot x$$

نتحصل على المدى لما يكون ( $y = 0$ ) أي:

$$-\frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + \tan \alpha \cdot x = 0$$

معادلة من الدرجة الثانية تقبل حلين

$$\begin{cases} x_0 = 0 \\ x_p = \frac{\tan \alpha \cdot 2V_0^2 \cdot \cos^2 \alpha}{g} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_0 = 0 \\ x_p = \frac{2V_0^2}{g} \cdot \sin \alpha \cos \alpha \end{cases}$$

$$\left( \frac{V_0^2}{g} \cdot \sin 2\alpha, 0 \right) \text{ منه إحداثيات المدى هي } \begin{cases} x_0 = 0 \\ x_p = \frac{V_0^2}{g} \cdot \sin 2\alpha \end{cases} \text{ اذن } 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \sin 2\alpha$$

ملاحظات

فاصلة المدى ( $x_p$ ) توافق ضعف فاصلة الذروة ( $x_s$ ) ونكتب ( $x_p = 2x_s$ )

كلما كانت السرعة  $V_0$  للقذيفة أكبر كانت قيمة الذروة ( $h$ ) وكذلك قيمة المدى ( $x_p$ )

$$\text{لما } (\alpha = 45^\circ) \text{ يكون المدى أعظميا } \Leftrightarrow \sin 2\alpha = 1 \Leftrightarrow x_p = \frac{V_0^2}{g}$$

المستوى: نهائي علوم تجريبية وتقني	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
بطاقة الحصة -5-		
الوحدة: تطور جملة ميكانيكية	الموضوع: دراسة حركة قذيفة بسرعة ابتدائية غير شاقولية	

مؤشرات الكفاءة:

◀ يفسر حركة جسم صلب خاضع لعدة قوى بواسطة الطاقة أو القانون الثاني لنيوتن.

الوسائل /الأدوات والوثائق المستعملة:

◀ المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ+ كتاب مدرسي

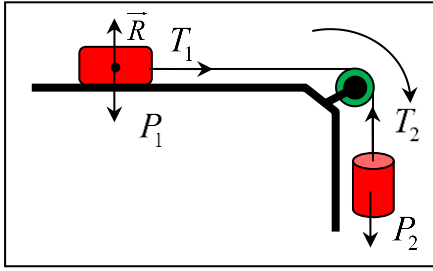
المدة	عناصر الدرس	ما يقوم به التلميذ	ما يقوم به الأستاذ	التقويم
30د	6-تطبيقات قانون نيوتن <u>الثاني:</u> 2-6 دراسة حركة مركز عطالة جسم صلب خاضع لعدة قوى. أ-دراسة الحركة على المستوي الأفقي	تفسير الحركة بواسطة قانون نيوتن الثاني	تحديد طبيعة حركتها واستخراج معادلاتها الزمنية	تمرين من الكتاب
30 د	ب-دراسة الحركة على المستوي المائل	يتحرك جسم صلب كتلته $m$ ابتداء من السكون من على سطح مائل بزاوية $\alpha$ عن سطح الأرض وبوجود قوى احتكاك تفسير الحركة بواسطة قانون نيوتن الثاني	تحديد طبيعة حركتها واستخراج معادلاتها الزمنية يصوب الاجابات	الكتاب المدرسي



## 2-6 دراسة حركة مركز عطالة جسم صلب خاضع لعدة قوى.

## أ-دراسة الحركة على المستوى الأفقي

بفرض الجملة الموضحة بالشكل، التي تنطلق من السكون، نريد تحديد طبيعة حركتها واستخراج معادلاتها الزمنية بالإسقاط على الاتجاه الموجب للحركة نجد:



بتطبيق قانون نيوتن الثاني على كل جسم وبالإسقاط على اتجاه للحركة

$$(1) \leftarrow T_1 = m_1 a \iff \vec{P}_1 + \vec{T}_1 + \vec{R} = m_1 a$$

$$(2) \leftarrow P_2 - T_2 = m_2 a \iff \vec{P}_2 + \vec{T}_2 = m_2 a$$

بما أن البكرة مهملة الكتلة فإن التوتر على طرفيها متساويين  $T_1 = T_2$

$$\text{بجمع (1) و (2) نجد: } P_2 = (m_1 + m_2)a \text{ حيث } P_2 = m_2 \cdot g$$

اذن عبارة التسارع  $a = \frac{m_2 \cdot g}{m_1 + m_2}$  بما أن التسارع مقدار ثابت موجب فإن الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام

$$\text{معادلاتها الزمنية: معادلة السرعة } v(t) = a \cdot t \text{ و معادلة فاصلتها: } x(t) = \frac{1}{2} a t^2$$

## ب-دراسة الحركة على المستوى المائل

يتحرك جسم صلب كتلته  $m$  ابتداء من السكون من على سطح مائل بزاوية  $\alpha$  عن سطح الأرض وبوجود قوى احتكاك

$$\vec{P} + \vec{f} + \vec{R} = m a$$

بالإسقاط على محوري الحركة

$$a = g \sin \alpha - \frac{f}{m} \text{ اذن } \begin{cases} mg \sin \alpha - f = ma \dots\dots\dots (xx') \\ R - mg \cos \alpha = 0 \dots\dots\dots (yy') \end{cases}$$

اذن عبارة التسارع  $a = g \sin \alpha - \frac{f}{m}$  بما أن التسارع مقدار ثابت موجب فإن الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام

$$\text{معادلاتها الزمنية: معادلة السرعة } v(t) = a \cdot t \text{ ومعادلة فاصلتها: } x(t) = \frac{1}{2} a t^2$$

**ملاحظة:** يجب ادراج معادلة انحفاظ الطاقة (السنة الثانية ثانوي) لتفسير الحركة أيضا ولا نعتمد فقط على قانون نيوتن الثاني

المستوى: نهائي علوم تجريبية وتقني	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
بطاقة الحصة -5-		
الوحدة: تطور جملة ميكانيكية	الموضوع: حدود ميكانيك نيوتن	

مؤشرات الكفاءة:

- يقارن حركة الكواكب بالحركة في الذرات
- يعرف حدود ميكانيك نيوتن.
- الانفتاح على العالم الكمي

الوسائل /الأدوات والوثائق المستعملة:

- المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ+ كتاب مدرسي

التقويم	ما يقوم به الأستاذ	ما يقوم به التلميذ	عناصر الدرس	المدة
تمارين من الكتاب المدرسي	نشاط توثيقي يتناول مقارنة حركة الكواكب بالحركة في الذرات	استرجاع بعض المكتسبات القبلية تجربة روزفورد مقارنة حركة الكواكب بالحركة في الذرات	<u>7-حدود ميكانيك نيوتن</u> 1-7 طاقة الجملة (قمر. كوكب) 2-7 النموذج الذري 3-7 الفوتون 4-7 مستويات الطاقة	30د
	يعطي طاقة السويات في ذرة الهيدروجين الانفتاح على العالم الكمي	أطياف الخطوط لذرة الهيدروجين وثيقة 86 من الكتاب المقرر: ص26 تسجيل الكفاءات على الكراسة	مثال طيف ذرة الهيدروجين	30 د

**7- حدود ميكانيك نيوتن****1-7 طاقة الجملة (قمر. كوكب)**

عندما يكون القمر في مدار معين حول الكوكب فإن الجملة (قمر. كوكب) تملك طاقة ميكانيكية معينة تزداد قيمتها كلما ابتعد القمر عن الكوكب، ولكون كل الارتفاعات والسرع ممكنة للقمر، فإن طاقة هذه الجملة يمكن أن تأخذ أي قيمة وعليه فطاقتها تتغير باستمرار.

**2-7 النموذج الذري** أثبت رادرفورد أن القسم الكبير من الذرة عبارة عن فراغ وأن النواة التي تمثل كتلة الذرة تحمل شحنة موجبة والإلكترون يحمل شحنة سالبة، وبفعل القوى الكهربائية بين النواة والإلكترونات اقترح رادرفورد النموذج الشمسي للذرة بحيث تلعب النواة دور الشمس والإلكترونات دور الكواكب التي تدور حولها.

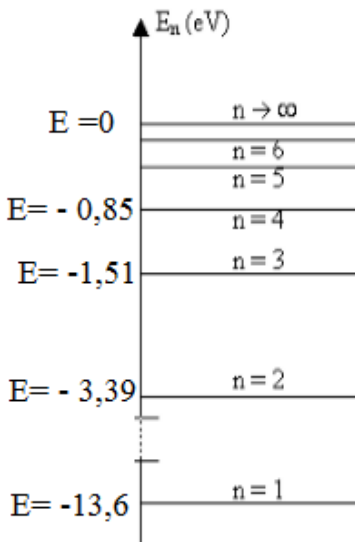
**3-7 الفوتون** الضوء ذو طبيعة موجية فالضوء وحيد اللون يتكون من الفوتونات لا كتلة لها ولا شحنة بحيث تعطى طاقة

$$E_{\text{photon}} = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

حيث  $h = 6,62.10^{-34} \text{ j.s}$  يمثل ثابت بلانك و  $\nu$ : التواتر بالهرتز و  $C$  سرعة الضوء في الفراغ و  $\lambda$  طول الموجة

**4-7 مستويات الطاقة:**

كل ذرة تمتلك عدد غير متناهي من مستويات الطاقة الغير مستمرة والمميزة للعنصر المدروس إن تبادلات الطاقة في ذرة يوافق إنتقال إلكترون بين مستويين طاقيين والذي يرافقه امتصاص أو إصدار فوتونا

**مثال طيف ذرة الهيدروجين:**

تدور الإلكترونات في الذرة في مدارات معينة تدعى المدارات المستقرة أو سويات الطاقة لكن عندما تقفز الإلكترونات من سوية طاقة الى سوية طاقة أدنى فإنها تشع كما واحدا تعطى طاقته بالفرق بين طاقة السويتين:  $\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$  وعند الامتصاص يكون العكس

$$E_n = \frac{13,6}{n^2}$$

حيث  $E_0 = 13,6 \text{ eV}$  تمثل الطاقة الأساسية

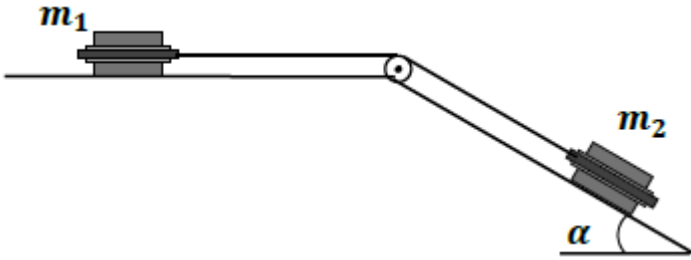
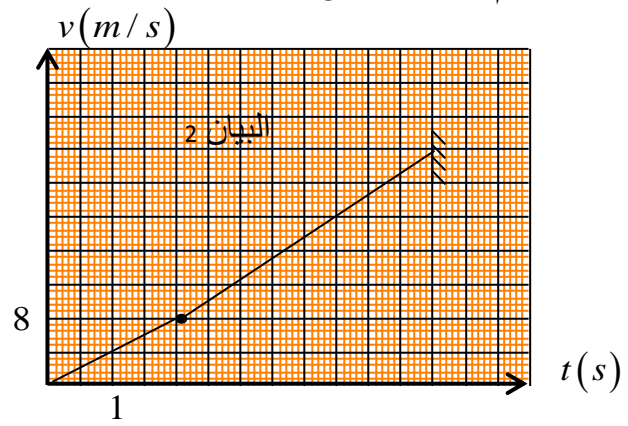
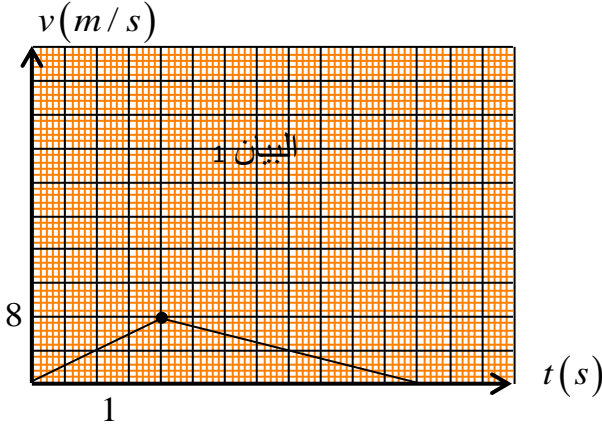
**خلاصة**

عندما ينتهي ميكانيك نيوتن عند حدود معينة يظهر الميكانيك النسبي وميكانيك الكم، إذا ميكانيك نيوتن يكتمل بتدعيم ميكانيك الكم لتفسير بعض الظواهر

المستوى: 3 ثانوي جميع الشعب	ثانوية الشهيد داسي خليفة	الأستاذ: ملكي علي
البطاقة التربوية للحصة التعليمية 05		
المجال: التطورات الرتيبة	الوحدة 05: تطور جملة كيميائية ميكانيكية	الموضوع: تقويم الوحدة 5

### تمرين يلخص المستوي المائل والأفقي:

لدينا الجملة الميكانيكية الموضحة في الشكل حيث الكتلة ( $m_1$ ) معرضة الى قوة احتكاك ( $f$ ) يصنعها السطح وللعلم ان الحبل عديم الامتطاط والبكرة مهملة الكتلة، نترك الجملة لحالها دون سرعة ابتدائية ينقطع الحبل فجأة ونتابع تطور السرعة لكل جسم فنتحصل على البيانين التاليين:



- 1- أرفق لكل جسم الشكل المناسب مع التعليل
- 2- أحسب تسارع كل جسم في كل مرحلة
- 3- أحسب المسافة الكلية التي يقطعها كل جسم
- 4- أوجد العبارة الحرفية لتسارع كل جسم واستنتج طبيعة الحركة في كل مرحلة
- 5- استنتج زمن انقطاع الخيط.
- 6- أحسب كل من ( $f$ ) و ( $m_2$ ) يعطى:  $m_1 = 200g, \alpha = 30^\circ, g = 10m/s^2$

### تمرين 01 يلخص السقوطين الحقيقي والحر:

طيار من هليكوبتر مستقرة في السماء يترك علبة إغاثة تسقط. نمذج قيمة احتكاك الجملة (علبة+ مظلة) ب  $f = k.v^2$  وبفرض انه لا توجد رياح (الحركة تكون شاقولية)

- 1- أمثل القوى المطبقة على مركز عطالة الجملة (علبة+ مظلة) في بداية السقوط وفي النظام الدائم.
- ب- ذكر بنص قانون نيوتن الثاني ثم أكتب العبارة الشعاعية للقوى المطبقة على الجملة في النظام الانتقالي
- ج- جد المعادلة التفاضلية للسرعة.
- د- استخرج عبارة السرعة الحدية  $v_L$  ثم أحسب قيمتها.
- هـ- انطلقا من عبارة السرعة الحدية وباستعمال التحليل البعدي حدد وحدة الثابت  $k$  في جملة الوحدات الدولية
- 2- جد عبارة تسارع مركز عطالة الجملة  $a_0$  عند اللحظة ( $t=0$ ) ثم أحسب قيمته
- 3- إذا اعتبرنا السقوط حرا
- أ- عرف السقوط الحر

ب- عين قيمة التسارع في هذه اللحظة

ج- إذا اعتبرنا ان العلبة تركت من ارتفاع  $1000m$  من سطح الأرض، أحسب سرعة ارتطامها بالأرض بوحدة  $km/h$  ماذا تتوقع أن يحدث للعلبة في هذه الحالة مع التعليل وماذا تستنتج.

د- كيف تتوقع شكل البيانيين بيان السرعة  $v = f(t)$  وبيان التسارع  $a = g(t)$  ارسهما كيفيا

$$m = 2500g, g = 9,8m/s^2, \Pi = 3N, k = 1,32SI$$

### تمرين 02 يلخص حركة السقوط الشاقولي الحقيقي والحر:

يتكون البرد في السحاب في مناطق تقع على ارتفاع محصور بين  $1km$  و  $10km$  حيث تكون درجة الحرارة جد منخفضة، تصل إلى  $(-40^{\circ}C)$  يسقط البرد عندما لا يمكنه البقاء في السحاب. عند وصوله إلى الأرض يمكن لسرعته أن تصل إلى

$$160 Km/h.$$

ندرس حبة برد نعتبرها كروية الشكل قطرها  $D = 3Cm$ ، كتلتها  $13g$ . تسقط عند  $t = 0$  دون سرعة ابتدائية من نقطة O ارتفاعها  $1500m$ . تؤخذ النقطة O كمبدأ لمحور Oz موجه إيجاباً نحو الأسفل.

معطيات: - حجم كرة:  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$  - الكتلة الحجمية للهواء:  $\rho = 1,3kg/m^3$ .

- شدة تسارع الجاذبية نعتبرها ثابتة ومساوية لـ:  $g = 9,8m/s^2$ .

I - نعتبر أن البرد يسقط سقوطاً حراً

1/ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، حدد المعادلات الزمنية التي تعطي سرعة وموضع مركز العطالة G لحبة البرد بدلالة مدة السقوط t.

2/ أحسب قيمة سرعة حبة البرد عند وصولها سطح الأرض.

هل يمكن اعتبار هذه النتيجة مقبولة؟ برر إجابتك.

II - في الواقع تخضع حبة البرد بالإضافة لثقلها إلى قوتين، دافعة أرخميدس  $\vec{\Pi}$  وقوة احتكاك  $\vec{f}$

المتناسبة طرداً مع مربع السرعة بحيث:  $f = kv^2$ .

1/ بالتحليل البعدي. حدد وحدة المعامل k في النظام الدولي.

2/ أعط عبارة دافعة أرخميدس. ثم أحسب قيمتها وقارنها مع قيمة الثقل. ماذا تستنتج؟

3/ نهمل دافعة أرخميدس:

أ - أنشئ المعادلة التفاضلية للحركة. ثم بين أنه يمكن كتابتها على الشكل:  $\frac{dv}{dt} = A - Bv^2$

ب - الجدول الموالي هو عبارة عن نسخة لورقة حساب لقيم كل من السرعة (v) والتسارع (a) بدلالة الزمن. هذا الجدول

يوافق القيم:  $B = 1,56.10^{-2} m^{-}$ ,  $A = 9,8m/s^2$

أوجد  $a_4$  بتفصيل الحسابات.

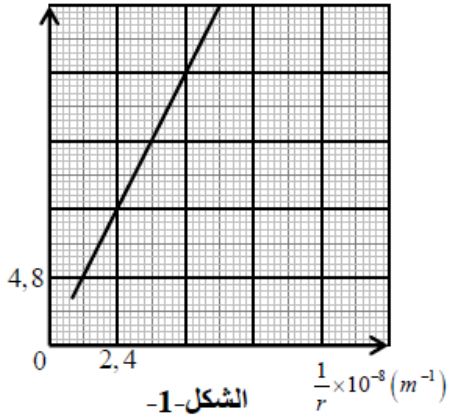
ج - أعط العبارة الحرفية للسرعة الحدية التي تبلغها حبة البرد بدلالة A, B ثم أحسب قيمتها العددية

$t(s)$	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
$v(m/s)$	0,00	4,90	9,61	13,8	17,2	19,8	21,6
$a(m/s^2)$	9,80	9,43	8,36	6,83	$a_4$	3,69	2,49

## تمرين يلخص حركة الأقمار:

الكوم سات 1 قمر اصطناعي جزائري تم تركيبه على مستوى مركز تطوير الأقمار الاصطناعية ببئر الجير ولاية وهران ومن

$$v^2 \times 10^6 (m^2 \cdot s^{-2})$$



الشكل-1

شأنه توفير خدمة الاتصالات والانترنت وبث القنوات الاذاعية والتلفزيونية

1- نعتبر قمرا اصطناعيا ( $S$ ) كتلته  $m$  يدور حول الأرض على بعد ( $r$ ) من مركزها بحركة دائرية منتظمة، لدراسة حركة هذا القمر الاصطناعي نختار معلما مرتبطا

بمرجع عطالي مناسب

1-1- ماهو هذا المرجع ولماذا نعتبره عطاليا ثم عرف المعلم المرتبط به

2-2- مثل كيفيا شعاع القوة ( $\vec{F}_{T/S}$ ) التي تطبقها الأرض ( $T$ ) على القمر الاصطناعي ( $S$ )

3-3- عبر عن شدة شعاع القوة ( $\vec{F}_{T/S}$ ) بدلالة المقادير  $r, m, M_T, G$  حيث

( $M_T$ ) كتلة الأرض

4-1- بتطبيق قانون نيوتن 2 في المرجع المختار جد عبارة مربع سرعة مركز القمر الاصطناعي ( $v^2$ ) بدلالة  $r, M_T, G$

2-يمثل المنحنى البياني المقابل تطور مربع السرعة المدارية للقمر الاصطناعي ( $S$ ) بدلالة مقلوب البعد  $\left(\frac{1}{r}\right)$   $v^2 = f\left(\frac{1}{r}\right)$

1-2- أكتب معادلة البيان واستنتج قيمة كتلة الأرض  $M_T$ .

2-2- جد عبارة الدور  $T$  للقمر الاصطناعي ( $S$ ) بدلالة  $r, M_T, G$

3- يدور القمر الاصطناعي الكوم سات في مساردائري نصف قطره  $r = 42400km$  في مستوى خط الاستواء باتجاه دوران الأرض حول محورها.

1-3- استنتج السرعة المدارية للقمر الاصطناعي الكوم سات اعتمادا على الشكل 1

2-3- أحسب دور القمر الاصطناعي الكوم سات 1 وهل يمكن اعتباره جيومستقر، برر؟

يعطى  $G = 6,67.10^{-11} SI$

تمرين حول حركة قذيفة بسرعة ابتدائية غير شاقولية وبدراسة طاوقية

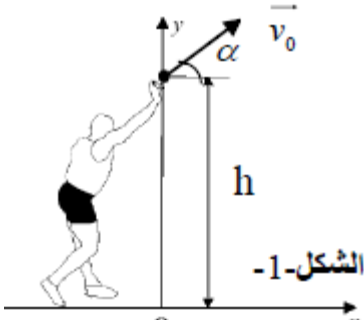
خلال الألعاب الأولمبية التي جرت بالبرازيل سنة 2016 تحصل الأمريكي ريان كروزر على الميدالية الذهبية في رياضة رمي

الجملة لألعاب القوى على إثرمية قدرها  $(D)$  بإهمال تأثيرالهواء تمت دراسة محاكاة

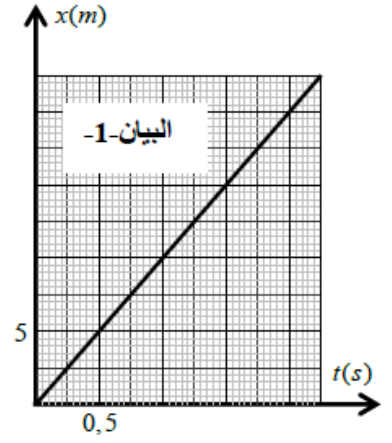
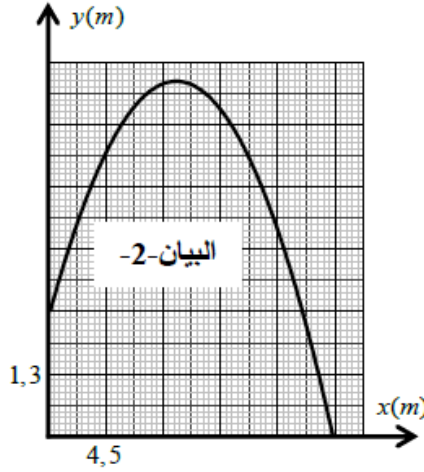
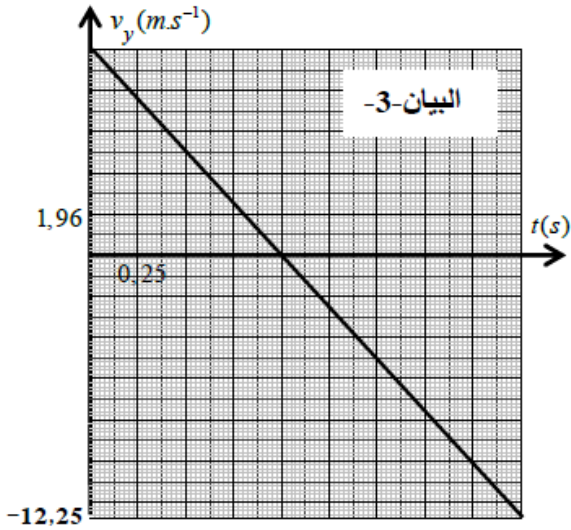
حركة مركز عطالة الجملة  $(G)$  في المعلم  $(O, x, y)$  المرتبط بمرجع أرضي

نعتبره غاليلي ابتداء من لحظة رميها  $(t = 0)$  على ارتفاع  $(h)$  من سطح الأرض الى غاية

ارتطامها به (الشكل-1) فتم الحصول على المنحنيات البيانية التالية



الشكل-1-



1- بالاعتماد على المنحنيات البيانية:

1-1- حدد طبيعة حركة مركز عطالة الجملة  $(G)$  على كل من المحورين  $(ox)$ ,  $(oy)$  مع التبرير.

2-1- حدد قيم المقادير التالية: مركبي السرعة الابتدائية  $(v_{ox})$ ,  $(v_{oy})$ , مركبي التسارع  $(a_x)$ ,  $(a_y)$  والارتفاع  $(h)$

3-1- أكتب المعادلتين الزمئيتين  $x(t)$ ,  $y(t)$  لحركة  $(G)$  في المعلم  $(O, x, y)$

4-1- أكتب معادلة البيان-2 وماذا تمثل؟

5-1- ماهي قيمة كل من زاوية القذف  $\alpha$  والسرعة التي قذفت بها الجملة  $v_0$

6-1- ماهي قيمة المسافة الأفقية  $(D)$  التي مكنت الرياضي من الفوز بالميدالية الذهبية؟

2- لأنجز مخطط الحصيلة الطاوقية للجملة (الجملة) بين اللحظتين  $(t = 0)$  و  $(t = 2, 25s)$  ثم أكتب معادلة انحفاظ الطاقة

واستنتج سرعة مركز عطالة الجملة عند لحظة ارتطامها بسطح الأرض  $(t = 2, 25s)$

3- حدد خصائص شعاع سرعة عطالة الجملة  $(G)$  عند لحظة ارتطامها بسطح الأرض أي عند  $(t = 2, 25s)$

4- جد عبارة الطاقة الكلية للجملة (جملة+أرض) عند اللحظتين المذكورتين سابقا بدلالة كل من  $(m, g, h, v_0)$  وماذا تستنتج.

نعتبر مستوى سطح الأرض مرجعا لقياس  $(Epp)$  ويعطى  $(g = 9, 8m/s^2)$

المستوى: 3 ثانوي جميع الشعب	ثانوية الشهيد داسي خليفة	الأستاذ: ملكي علي
الإجابة النموذجية للبطاقة التقييمية للوحدة التعليمية 5		
المجال: التطورات الريبية	الوحدة: تطور جملة ميكانيكية	الموضوع: حل تقويم الوحدة

### حل تمرين بلخص المستوى المائل والأفقي:

#### 1-أرفاق لكل جسم الشكل المناسب مع التعليل

البيان (A) موافق للجسم ( $m_1$ )

البيان (B) موافق للجسم ( $m_2$ )

التعليل الجسم ( $m_1$ ) معرض للاحتكاك وهو ما يفسر تناقص سرعته في المنحنى (A) بعد انقطاع الخيط.

#### 2-حساب تسارع كل جسم في كل مرحلة

##### المرحلة 1 قبل انقطاع الخيط

تسارع الجسم ( $m_1$ ) من البيان (A) يمثل التسارع ميل البيان  $a_1 = \frac{dv}{dt} = \frac{8}{2} = 4m/s^2$

تسارع الجسم ( $m_2$ ) من البيان (B) يمثل التسارع ميل البيان  $a_2 = \frac{dv}{dt} = \frac{8}{2} = 4m/s^2$

##### المرحلة 2 بعد انقطاع الخيط

تسارع الجسم ( $m_1$ ) من البيان (A) يمثل التسارع ميل البيان  $a'_1 = \frac{dv}{dt} = \frac{0-8}{6-2} = -2m/s^2$

تسارع الجسم ( $m_2$ ) من البيان (B) يمثل التسارع ميل البيان  $a'_2 = \frac{dv}{dt} = \frac{28-8}{6-2} = 5m/s^2$

#### 3-المسافة الكلية التي يقطعها كل جسم

الجسم ( $m_1$ ) المسافة تمثل مساحة الحيز المحصور (مثلثين) وهي كالآتي  $d_1 = \frac{2.8}{2} + \frac{4.8}{2} = 24m$

الجسم ( $m_2$ ) المسافة تمثل مساحة الحيز المحصور (مثلث+شبه منحرف) وهي كالآتي  $d_2 = \frac{2.8}{2} + \frac{(8+28).4}{2} = 80m$

#### 4-العبارة الحرفية لتسارع كل جسم واستنتج طبيعة الحركة في كل مرحلة

##### المرحلة 1 قبل انقطاع الخيط

بالنسبة للجسم ( $m_1$ )

مرجع الدراسة سطحي أرضي وهو غاليلي

القوى المؤثرة الثقل ( $\vec{P}_1$ ) رد الفعل ( $\vec{R}_1$ ) الاحتكاك ( $\vec{f}$ )

توتر الخيط ( $\vec{T}_1$ )

بتطبيق قانون نيوتن الثاني  $\sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a}$

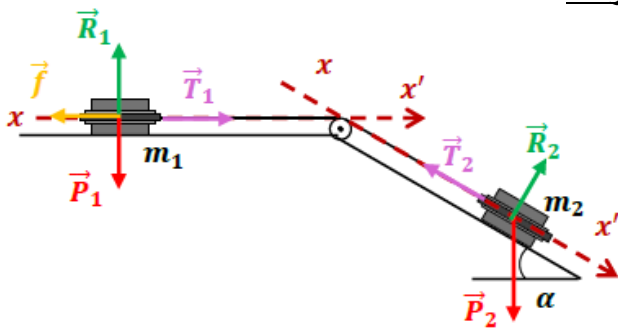
اذن  $-\vec{f} + \vec{T}_1 + \vec{R}_1 + \vec{P}_1 = m\vec{a}_1$  نجد (1)  $-f + T_1 = m_1 a_1$

بالنسبة للجسم ( $m_2$ )

مرجع الدراسة سطحي أرضي وهو غاليلي

القوى المؤثرة الثقل ( $\vec{P}_2$ ) رد الفعل ( $\vec{R}_2$ ) توتر الخيط ( $\vec{T}_2$ )

اذن  $\vec{P}_2 + \vec{R}_2 + \vec{T}_2 = m_2 \vec{a}_2$  نجد (2)  $m_2 g \sin \alpha - T_2 = m_2 a_2$





بجمع العلاقتين (1)، (2) نجد  $-f + T_1 + m_2 g \sin(\alpha) - T_2 = m_1 a_1 + m_2 a_2$

بما ان الجسمين مرتبطين فان  $a_1 = a_2 = a$  وأيضا البكرة والخيط مهملان الكتلة  $T_1 = T_2 = T$  تصبح العلاقة  $-f + m_2 g \sin(\alpha) = (m_1 + m_2) a$  اذن عبارة التسارع  $a = \frac{m_2 g \sin(\alpha) - f}{(m_1 + m_2)}$

المرحلة 2 بعد انقطاع الخيط

بالنسبة الجسم  $(m_1)$  نضع  $T_1 = 0$  تصبح العبارة (1) كالآتي  $-f = m_1 a'_1$  اذن  $a'_1 = \frac{-f}{m_1}$

بالنسبة الجسم  $(m_2)$  نضع  $T_2 = 0$  تصبح العبارة (2) كالآتي  $m_2 g \sin \alpha = m_2 a'_2$  اذن  $a'_2 = g \sin \alpha$

5- استنتاج زمن انقطاع الخيط. من خلال البيان 1 او 2 نجد  $t = 2s$

6- حساب كل من  $(f)$  و  $(m_2)$

من العلاقة  $-f = m_1 a'_1$  نجد  $-f = -0,2 \cdot (-2) = 0,4N$

من العلاقة  $a = \frac{m_2 g \sin(\alpha) - f}{(m_1 + m_2)}$  نجد  $m_2 = \frac{m_1 \cdot a + f}{g \sin(\alpha) - a} = \frac{0,2 \cdot 2 + 0,4}{10 \cdot 0,5 - 2} = 1,2kg$

### حل تمرين بلخص السقوطين الحقيقي والحر:

1-أ- تمثيل القوى المطبقة على مركز عطالة الجملة (علبة+مظلة)

انظر الشكل بداية السقوط وفي النظام الدائم على الترتيب

ب- نص قانون نيوتن الثاني

في معلم غاليلي المجموع الشعاعي للقوى الخارجية المطبقة على جملة مادية يساوي في كل لحظة جداء كتلتها في شعاع

تسارع مركز عطالتها  $\sum \vec{F}_{ex} = m \vec{a}$

العبارة الشعاعية للقوى المطبقة على الجملة في النظام الانتقالي  $\vec{P} + \vec{\Pi} + \vec{f} = m \vec{a}$

ج- المعادلة التفاضلية للسرعة.

بإسقاط العبارة الشعاعية للقوى المطبقة على المحور  $(oz)$   $mg - \Pi - kv^2 = m \frac{dv}{dt}$

بالتبسيط نجد  $\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m} v^2 = \left( g - \frac{\Pi}{m} \right)$

د- استخراج عبارة السرعة الحدية  $v_L$  ثم حساب قيمتها

من خلال المعادلة التفاضلية وفي النظام الدائم تصبح  $\frac{dv_L}{dt} = 0 \Leftrightarrow v = v_L$  اذن  $\frac{k}{m} v_L^2 = \left( g - \frac{\Pi}{m} \right)$

اذن  $v_L = \sqrt{\frac{mg - \Pi}{k}} = \sqrt{\frac{2,5 \cdot 9,8 - 3}{1,32}} = 4m/s$  تساوي  $v_L$  وقيمتها

ه- وحدة الثابت  $k$  في جملة الوحدات الدولية

$$f = k \cdot v^2 \Rightarrow k = \frac{f}{v^2} \Rightarrow [k] = \frac{[f]}{[v]^2} = \frac{kg \cdot m \cdot s^{-2}}{m^2 \cdot s^{-2}} = kg / m$$

$$f = ma \Rightarrow [f] = [m] \cdot [a] = kg \cdot m \cdot s^{-2}$$

2- عبارة تسارع مركز عطالة الجملة  $a_0$  عند اللحظة  $(t = 0)$  ثم أحسب قيمته



من المعادلة التفاضلية  $a = -\frac{k}{m}v^2 + \left(g - \frac{\Pi}{m}\right)$  نجد  $\frac{dv}{dt} = -\frac{k}{m}v^2 + \left(g - \frac{\Pi}{m}\right)$  وعند اللحظة  $t=0$  تكون قوة الاحتكاك معدومة ومنه  $a = g - \frac{\Pi}{m}$  وقيمتها  $a = 9,8 - \frac{3}{2,5} = 8,6 m/s^2$

### 3- إذا اعتبرنا السقوط حرا

أ- السقوط الحر هو السقوط في الفراغ تحت تأثير قوة الثقل فقط

ب- قيمة التسارع في هذه اللحظة

الجملة (علبة+مظلة)

القوى المطبقة قوة الثقل  $\vec{P}$

المرجع سطحي أرضي وهو غاليلي

بتطبيق قانون نيوتن الثاني  $\sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a}$  اذن  $\vec{P} = m\vec{a}$  بالإسقاط على محور الحركة  $a = g = 9,8 m/s^2$

ج- أحسب سرعة ارتطامها بالأرض بوحدة  $km/h$

بما أن التسارع ثابت والمسار مستقيم فالحركة مستقيمة متسارعة

$$\left\{ \begin{array}{l} v(t) = 9,8t \\ z(t) = 4,9t^2 \end{array} \right. \text{ باختصار } \left\{ \begin{array}{l} v(t) = at + v_0 \\ z(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + z_0 \end{array} \right. \text{ معادلات الحركة}$$

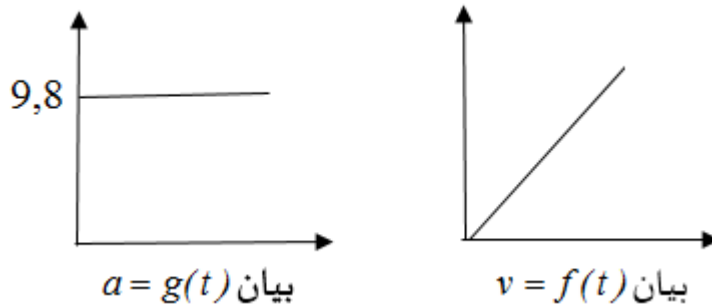
من معادلة المسافة نستخرج زمن الوصول لسطح الأرض  $z(t) = 4,9t^2 \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{z}{4,9}} \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{1000}{4,9}} = 14,28s$

نعوض في معادلة السرعة نجد  $v(14,28) = 9,8 \cdot 14,28 = 140 m/s = 504 km/h$

ماذا نتوقع أن يحدث للعبة في هذه الحالة مع التعليل وماذا تستنتج.

السرعة كبيرة جدا وبالتالي ستلف اللعبة وبالتالي المظلة ضرورية للحفاظ عليها

د- شكل البيانيين بيان السرعة  $v = f(t)$  وبيان التسارع  $a = g(t)$  ارسمهما كيفيا



حل تمرين 02 حول حركة السقوط الشاقولي الحقيقي والحر:I - السقوط الحر:1/ تحديد المعادلات الزمنية  $z(t), v_z(t)$ 

الجملة المعتبرة: حبة البرد

مرجع الدراسة والمعلم: مرجع أرضي نعتبره غاليلي مزود بمعلم Oz موجه من الأعلى نحو الأسفل

القوى:  $\vec{p} = m\vec{g}$ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن:  $\sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a} \Rightarrow m\vec{g} = m\vec{a}$ بإسقاط المعادلة الشعاعية على محور الحركة  $mg = ma_z \Rightarrow a_z = g$ **باحتساب جميع شروط البدء نجد**التسارع  $a_z = g$ السرعة  $v_z(t) = g.t$   $a_z = \frac{dv_z}{dt} = g \Rightarrow v_z(t) = g.t$ المسافة  $Z(t) = \frac{1}{2}g.t^2$   $v_z = \frac{dz}{dt} = g.t \Rightarrow Z(t) = \frac{1}{2}g.t^2$ 2/ حساب قيمة سرعة حبة البرد عند وصولها إلى الأرض:عندما تصل حبة البرد إلى الأرض تكون:  $Z = h = 1500m$ نستخرج الزمن من المعادلة  $Z(t) = \frac{1}{2}g.t^2$  نجد:  $t = \sqrt{\frac{2.Z}{g}} = 17,5s$ بالتعويض الزمن في  $v_z(t) = g.t$  نجد:  $v_z(t) = 9,8.17,5 = 171,5m/s = 617,4km/h$ جاء في مقدمة التمرين أن سرعة حبة البرد عند وصولها إلى الأرض تصل إلى القيمة  $160km/h$ 

وبالتالي قيمة السرعة المحصل عليها بالاعتماد على هذا النموذج (السقوط الحر) غير مقبولة لأن السقوط

حقيقي وليس حرا.

II - السقوط الحقيقي:1/ تحديد وحدة المعامل k بالتحليل البعدي:

$$f = k.v^2 \Rightarrow k = \frac{f}{v^2} \Rightarrow [k] = \frac{[f]}{[v^2]} = \frac{m.L/T^2}{L^2/T^2} = m/L$$

$$\Pi = \rho.V.g = \rho.\frac{4}{3}.\pi.r^3.g = 1,8.10^{-4}N$$
 2/ عبارة دافعة أرخميدس وحساب قيمتها:

$$p = m.g = 13.10^{-3}.9,8 = 0,13N$$
 مقارنة دافعة أرخميدس بثقل حبة البرد:

$$\frac{p}{\Pi} = \frac{0,13}{1,8.10^{-4}} = 722$$

نستنتج أن ثقل حبة البرد أكبر من دافعة أرخميدس بأكثر من 722 مرة وبالتالي يمكننا إهمال دافعة أرخميدس أمام الثقل

3/ نهمل دافعة أرخميدس:أ - عبارة المعادلة التفاضلية للحركة :

نطبق من جديد القانون الثاني لنيوتن على حبة البرد خلال حركتها:

$$\sum \vec{F}_{ex} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{p} + f = ma$$

بإسقاط المعادلة الشعاعية على محور الحركة:  $p - f = ma_z$

$$m \frac{dv_z}{dt} = mg - kv^2 \Rightarrow \frac{dv_z}{dt} = g - \frac{k}{m} v^2$$

وهي معادلة من الشكل:  $\frac{dv_z}{dt} = A - Bv^2$  حيث:  $A = g, B = \frac{k}{m}$

ب - إيجاد  $a_4$

$$a_i = A - B.v_i^2 \Rightarrow a_4 = A - B.v_4^2 = 9,8 - 1,56.10^{-2}.(17,2)^2 = 5,18 m/s^2$$

ج - العبارة الحرفية للسرعة الحدية: عندما تكتسب حبة البرد سرعتها الحدية تكون:  $v = v_L = cte$  أي  $\frac{dv_z}{dt} = 0$

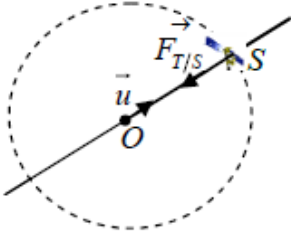
إذن تصبح المعادلة التفاضلية السابقة كالآتي:  $A - B.v_L^2 = 0$

$$v_L = \sqrt{\frac{A}{B}} = \sqrt{\frac{g.m}{k}} = 25 m/s$$
 ومنه نستنتج:

### حل تمرين يخص حركة الأقمار:

1-1- المرجع المناسب: هو المرجع الجيومركزي ونعتبره عطالي لأن مدة دراسة حركة القمر صغيرة أمام حركة دوران الأرض حول الشمس

تعريف المعلم: مبدأه مركز الأرض ومحاوره متجهة نحو ثلاث نجوم نعتبرها ثابتة



2-1- تمثيل شعاع القوة  $(\vec{F}_{T/S})$  أنظر الشكل المقابل

3-1- التعبير عن شدة شعاع القوة  $(\vec{F}_{T/S})$

$$F_{T/S} = G \cdot \frac{M_T \cdot m}{r^2}$$
 تعطى من الشكل

4-1- عبارة مربع سرعة مركز القمر الاصطناعي  $(v^2)$  بدلالة  $r, M_T, G$

بتطبيق قانون نيوتن 2 نجد  $\vec{F}_{T/S} = ma$  بالإسقاط على محور الحركة الناظمي  $G \cdot \frac{M_T \cdot m}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$  إذن

$$v^2 = \frac{G \cdot M_T}{r}$$

1-2- معادلة البيان

البيان خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته الرياضية من الشكل  $v^2 = a \frac{1}{r}$  حيث  $a = 4.10^{14} m^3 / s^2$  ومنه

$$v^2 = 4.10^{14} \frac{1}{r}$$

استنتاج قيمة كتلة الأرض  $M_T$ .

نطابق العلاقة  $v^2 = \frac{G \cdot M_T}{r}$  مع العلاقة  $v^2 = 4.10^{14} \frac{1}{r}$  فنجد  $G \cdot M_T = 4.10^{14} \Rightarrow M_T = \frac{4.10^{14}}{G} = 6.10^{24} kg$

2-2- عبارة الدور  $T$  للقمر الاصطناعي  $(S)$  بدلالة  $r, M_T, G$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{G \cdot M_T}}$$
 من خلال العلاقة  $T = \frac{2\pi r}{v}$  نجد

1-3- استنتاج السرعة المدارية للقمر الاصطناعي الكوم سات اعتمادا على الشكل 1

طريقة 1 لدينا  $r = 42400km$  اذن  $\frac{1}{r} = 2,4 \cdot 10^{-8} m^{-1}$  نسقط هذه القيمة على البيان فنجد  $v = 3,1 \cdot 10^3 m/s$

أو بطريقة أخرى بتعويض الارتفاع في عبارة السرعة  $v^2 = \frac{G \cdot M_T}{r}$

2-3- حساب دور القمر الاصطناعي لدينا من العلاقة  $T = \frac{2\pi r}{v}$  اذن  $T = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 42400}{3,1 \cdot 10^3} = 85894s = 23,86H$

هل يمكن اعتباره جيو مستقر، برر؟

يمكن اعتبار القمر جيو مستقر والتعليل

- يدور في مستوى خط الاستواء
- في نفس اتجاه دوران الأرض حول محورها (خط الاستواء)
- دوره يساوي دور الأرض

حل تمرين حول حركة قذيفة بسرعة ابتدائية غير شاقولية وبدراسة طاقوية:

1-1- طبيعة الحركة

على المحور ( $ox$ ) البيان خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته  $x = v \cdot t$  حيث ميل البيان يمثل السرعة وهي مقدار ثابت اذن الحركة مستقيمة منتظمة

على المحور ( $oy$ ) البيان خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته  $y = a \cdot t$  حيث ميل البيان يمثل التسارع اذن الحركة مستقيمة متغيرة بالانتظام

2-1- تحديد قيم المقادير  $(v_{ox}), (v_{oy}), (a_x), (a_y)$  والارتفاع  $(h)$

من البيان 1 نجد  $v_{ox} = \frac{22,5}{2,25} = 10m/s$  ومن البيان 3 نجد  $v_{oy} = 9,8m/s$

ولدينا  $a_x = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = 0m/s^2$  و  $a_y = \frac{\Delta v_y}{\Delta t} = -9,8m/s^2$  ومن البيان 2 لدينا  $h = 2,6m$

3-1- المعادلتين الزمنتين  $x(t), y(t)$

المعادلة الزمنية للسرعة لدينا  $a = \frac{dv}{dt}$  اذن  $\begin{cases} v_x(t) = v_{0x} \\ v_y(t) = a_y \cdot t + v_{0y} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_x(t) = 10 \\ v_y(t) = -9,8 \cdot t + 9,8 \end{cases}$

المعادلة الزمنية للمسافة لدينا  $v = \frac{dx}{dt}$  اذن  $\begin{cases} x(t) = v_{0x} \cdot t + x_0 \\ y(t) = \frac{1}{2} a_y \cdot t + v_{0y} \cdot t + y_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x(t) = 10 \cdot t \\ y(t) = -4,9 \cdot t^2 + 9,8 \cdot t + 2,6 \end{cases}$

4-1- معادلة البيان-2 وماذا تمثل؟ من الشكل  $y = f(x)$

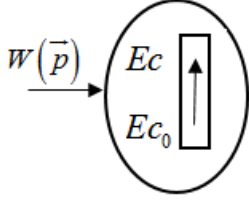
لدينا من المعادلة  $x(t) = 10 \cdot t$  نجد أن  $t = \frac{x}{10}$  نعوض في المعادلة  $y(t) = -4,9 \cdot t^2 + 9,8 \cdot t + 2,6$  فنجد

$y = -0,049x^2 + 0,98x + 2,6$  وتمثل معادلة مسار الجلة

5-1- قيمة كل من زاوية القذف  $\alpha$  والسرعة التي قذفت بها الجلة  $v_0$

لدينا من القانون  $\tan \alpha = \frac{v_{oy}}{v_{ox}} = \frac{9,8}{10} = 0,98 \Rightarrow \alpha = 44^\circ$  ولدينا من القانون  $v_0 = \sqrt{(v_{ox})^2 + (v_{oy})^2} = \sqrt{10^2 + 9,8^2} = 14m/s$

6-1- قيمة المسافة الأفقية (D) من البيان 1 أو البيان 2 نجد  $D = 22,5m$



2- مخطط الحصيلة الطاقوية للجملة (الجملة)

كتابة معادلة انحفاظ الطاقة  $Ec_0 + W(p) = Ec$

سرعة مركز عطالة الجملة عند لحظة ارتطامها بسطح الأرض

لدينا من معادلة انحفاظ الطاقة  $Ec_0 + W(p) = Ec$  اذن تصبح  $\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh = \frac{1}{2}mv^2$  اذن  $v^2 = v_0^2 + 2gh$

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gh} = 15,7m/s$$

3- خصائص شعاع سرعة عطالة الجملة (G) عند لحظة ارتطامها بسطح الأرض

المبدأ نقطة الارتطام بالأرض ( $x = 22,5m, y = 0m$ )

الحامل المستقيم المار بمحور (ox) الذي يصنع زاوية  $\beta$  معه الجهة نحو الأسفل القيمة  $17,5m/s$

4- عبارة الطاقة الكلية للجملة (جملة+أرض) عند اللحظتين المذكورتين سابقا بدلالة كل من ( $m, g, h, v_0$ )

لدينا الطاقة الاجمالية عند المبدأ تعطى بالقانون  $E_T(t=0) = Ec(0) + Epp(0) = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgh$

وعند لحظة الارتطام تصبح  $E_T(t=2,25) = Ec + Epp = \frac{1}{2}mv_0^2 + 0$  حيث لدينا سابقا أن  $v^2 = v_0^2 + 2gh$  اذن تصبح

$$E_T(t=2,25) = \frac{1}{2}m(v_0^2 + 2gh) = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgh$$

الاستنتاج. طاقة الجملة محفوظة لأن  $E_T(t=0) = E_T(t=2,25s)$