المجال : الميكانيك الحركات و القوى	الوحدة 02 القوة و الحركات المنحنية	المستوى: 1 ج م ع ت الدرس رقم : 02

مؤشرات الكفاءة	أمثلة للنشاطات	المحتوى- المفاهيم
- يحسب السرعة انطلاقا من تصوير متعاقب. - يرسم شعاع السرعة. - يوظف مبدأ العطالة للكشف عن وضعيات وتفسيرها بواسطة القوة المؤثّرة. - يكشف عن مميزات القوة المؤثرة على متحرك بمقارنتها مع الشعاع: $\vec{\Delta V}$	*ع.م: دراسة تسجيلات فيديو لحركات منحنية ولحركة قذائف. انجاز تصوير متعاقب واستغلال الأعمال المنجزة *ع.م: إنجاز تصوير متعاقب في وضعيات حركية حقيقية: - حركة دائرية لكرة على مستو أفقي. - حركة قذائف. *ع.م: إنجاز أنشطة تستعمل المحاكاة لدراسة حركة الأقمار الاصطناعية باستعمال برنامج مناسب.	* دراسة السرعة والقوة في وضعيات مختلفة: -حركات دائرية منتظمة -حركات القذائف. * التمثيل الشعاعي للسرعة والقوة. * تمثل القوة بشعاع ليس له مميزات شعاع السرعة ولكن له مميزات شعاع تغير السرعة (محسوب من أجل مجال زمني صغير) * القوة المطبقة من طرف الأرض على قذيفة أو على قمر اصطناعي.

الوحدات	الحجم الساعي	النشاطات	الملاحظة
2- القوة والحركات المنحنية.	1 سا درس	- دراسة السرعة والقوة في حالة الحركة المنحنية مثال: الحركة الدائرية المنتظمة(تناول الجزء الثالث من الوضعية الإشكالية).	الوثيقة - ب-
	1 سا درس	- تقويم: تمثيل شعاع السرعة $\vec{V}$ وشعاع التغير في السرعة $\Delta\vec{V}$ في الحركات المستقيمة.	
	2 سا أ.م.	- دراسة السرعة والقوة في حالة الحركات المنحنية. مثال: حركة القذائف.(تناول الجزء الرابع من الوضعية الإشكالية).	الوثيقة - ب-
	1 سا+ 1 سا	تقويم: تمارين حول الحركات المنحنية.	
	2 سا أ.م.	التدرب على استعمال واستغلال التصوير المتعاقب في دراسة الحركات.	الاستعانة بالوثيقة المدرجة في الملحق
	1 سا	القوة المطبقة من طرف الأرض على قذيفة أو على قمر اصطناعي	
	1 سا	حصة حرة	
	1 سا	شرح كيفية استعمال البرنامج satellite	الاستعانة بمساعد البرنامج
	2 سا أ.م.	إجراء المحاكاة لدراسة حركة الأقمار الاصطناعية باستعمال برنامج satellite مثلا	الوثيقة - جـ-

القوة و الحركات المنحنية

1 ـ دراسة حركة كرة مقذوفة أفقيا :

*** نشاط ـ 1 ـ**

ندفع كرة صغيرة على سطح طاولة أفقية ملساء ، فتتجه نحو الحافة لتنطلق في الهواء حتى تسقط على سطح الأرض وفق مسار منحني ، حصلنا بالتصوير المتعاقب على التسجيل الممثل في الوثيقة ـ 1 ـ .

*** الأسئلة :**

1 ـ 1ـ حركـــــة الكرة على الطــاولة :

1 ـ ما هي طبيعة حركة الكرة على الطاولة ؟ علل

2 ـ ما هي خصائص شعاع السرعة اللحظية $\vec{V}_2$ في الموضع M_2 .

3 ـ استنتج خصاص شعاع السرعة اللحظية $\vec{V}_4$ في الموضع M_4 الذي يوافق لحظة مغادرتها الطاولة ؟ مثله على الرسم .

1 ـ 2 ـ حركـــــة الكـرة بعد مغادرتها الطاولة :

1 ـ 2 ـ 1 ـ الدراسة الشعاعية للحركة :

1 ـ احسب قيم السرعة اللحظية $\vec{V}$ في المواضع M_9 ، M_7 ، M_5 . ماذا تلاحظ ؟

2 ـ مثل أشعتها على الرسم .

3 ـ حدد بيانيا أشعة تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ في المواضع M_8 ، M_6 ومثلها على الرسم ، ؟ قارن خصائصها .

4 ـ حدد خصائص القوة المطبقة على الكرة ، ثم مثلها في المواضع M_6 ، M_8 ، M_{10} .

5 ـ قارن خصائص القوة $\vec{F}_{T/C}$ المطبقة على الكرة و خصائص شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V}$.

1 ـ 2 ـ 2 ـ الدراسة البيانية للحركة :

ارفقت الوثيقة ـ 1 ـ بمعلم (O, X, Y) متعامد ومتجانس مبدأه ينطبق على أول موضع M_4 للكرة عند مغادرتها الطاولة

* اسقط كل المواضع على المحورين OX ، OY .

أ ـ دراسة الحركة وفق المحور OX :

1 ـ ماطبيعة حركة الكرة على المحور OX .

2 ـ ما هو أثر القوة المطبقة على الكرة على حركتها وفق المحور OX ؟ علل .

ب ـ دراسة الحركة وفق المحور OY :

1 ـ أكمل الجدول .

المسافات	M_4M_5	M_5M_6	M_6M_7	M_7M_8	M_8M_9	M_9M_{10}	$M_{10}M_{11}$	$M_{11}M_{12}$
قيمها (m)								
السرعة اللحظية	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}
قيمتها (m/s)								
التغير في السرعة	ΔV_4	ΔV_5	ΔV_6	ΔV_7	ΔV_8	ΔV_9	ΔV_{10}	ΔV_{11}
قيمتها (m/s)								

2 ـ استنتج طبيعة حركة الكرة وفق المحور OY ؟

3 ـ قارن قيمة تغير السرعة على المحور oy مع قيمتها المحسوبة سابقا في الدراسة الشعاعية .

*** الأجوبة :**

1 ـ 1ـ حركـــــة الكرة على الطــاولة :

1 ـ طبيعة حركة الكرة على الطاولة :

نلاحظ من الوثيقة ـ 1 ـ أن من النقطة M_0 الى النقطة M_4 ، المسافات المقطوعة متساوية خلال أزمنة متساوية و المسار مستقيم و منه الحركة مستقيمة منتظمة .

2 ـ خصاص شعاع السرعة اللحظية $\vec{V}_2$ في الموضع M_2 :

*** البداية :** النقطة M_2 .

الأستاذ : د . بلـخير

* **الحامل :** المستقيم المنطبق على المسار .
* **الجهة :** جهة الحركة .
* **الطويلة :** $V_2 = \frac{M_1M_3}{2\tau} = \frac{4\times10^{-2}}{2\times0.04} \Leftrightarrow V_2 = 0,5m/s$

3 ـ استنتاج خصائص شعاع السرعة اللحظية $\vec{V}_4$ في الموضع M_4 الذي يوافق لحظة مغادرتها الطاولة و تمثيله على الرسم :

مادامت الحركة مستقيمة منتظمة من النقطة M_0 الى النقطة M_4 فان شعاع السرعة اللحظية $\vec{V}_4$ له نفس خصائص $\vec{V}_2$.

1 ـ 2 ـ حركـــــة الكـرة بعد مغادرتها الطاولة :

1 ـ 2 ـ 1 ـ الدراسة الشعاعية للحركة :

1 ـ حساب قيم السرعة اللحظية $\vec{V}$ في المواضع M_5 ، M_7 ، M_9.

$$V_5 = \frac{\overset{\frown}{M_4M_6}}{2\tau} \approx \frac{M_4M_6}{2\tau} = \frac{4.5\times10^{-2}}{2\times0.04} \Leftrightarrow V_5 = 0,56m/s$$

$$V_7 = \frac{\overset{\frown}{M_6M_8}}{2\tau} \approx \frac{M_6M_8}{2\tau} = \frac{5.5\times10^{-2}}{2\times0.04} \Leftrightarrow V_5 = 0,69m/s$$

$$V_9 = \frac{\overset{\frown}{M_8M_{10}}}{2\tau} \approx \frac{M_8M_{10}}{2\tau} = \frac{7\times10^{-2}}{2\times0.04} \Leftrightarrow V_5 = 0,88m/s$$

المواضع	M_5	M_7	M_9
السرعات	V_5	V_7	V_9
قيمة السرعة $V\ (m/s)$	0,56	0,69	0,88

*نلاحظ أن السرعات تتزايد قيمها .

2 ـ * تمثيل أشعتها على الرسم (الوثيقة ـ 1 ـ) .

3 ـ تحديد بيانيا أشعة تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ في المواضع M_6 ، M_8 وتمثيلها على الرسم و مقارنة خصائصها .

$$\Delta\vec{V}_6 = \vec{V}_7 - \vec{V}_5 \Leftrightarrow \Delta V_6 = 0,25m/s \quad (\text{بيانيا})$$

$$\Delta\vec{V}_8 = \vec{V}_9 - \vec{V}_7 \Leftrightarrow \Delta V_8 = 0,25m/s \quad (\text{بيانيا})$$

* نلاحظ أن :

أ ـ **حوامل** $\Delta\vec{V}$ متوازية .

ب ـ **أشعة** $\Delta\vec{V}$ لها نفس الجهة هي نحو تقعر المسار (مركز الأرض) .

جـ ـ قيم ΔV ثابتة .

4 ـ تحديد خصائص القوة المطبقة على الكرة و تمثيلها في المواضع M_6 ، M_8 ، M_{10} .

* **البداية :** مركز عطالة الكرة .
* **الحامل :** الشاقول (المستقيم العمودي على سطح الأرض) و المار بمركز عطالة الكرة .
* **الجهة :** نحو تقعر المسار (مركز الأرض) .
* **الطويلة :** هي $F_{T/C}$ (قيمة جذب الأرض للكرة) قيمتها ثابتة .

5 ـ مقارنة خصائص القوة $\vec{F}_{T/C}$ المطبقة على الكرة و خصائص شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$: لهما نفس الخصائص .

1 ـ 2 ـ 2 ـ الدراسة البيانية للحركة :

* اسقاط كل المواضع على المحورين OX ، OY : على الوثيقة ـ 1 ـ

الأستاذ : د . بلـخير

أ ـ دراسة الحركة وفق المحور OX :

1 ـ طبيعة حركة الكرة على المحور OX :

* ان المسافات المقطوعة متساوية خلال أزمنة متساوية و المسار مستقيم و منه حركة الكرة على المحور OX هي حركة مستقيمة منتظمة .

2 ـ أثر القوة المطبقة على الكرة على حركتها وفق المحور OX :

* ان القوة $\vec{F}_{T/C}$ عمودية على المحور OX و منه مسقطها عليه يكون معدوما ومنه لاتوجد قوة تؤثر على الكرة وفق المحور OX .

أو * حسب مبدأالعطالة بما أن الحركة مستقيمة منتظمة فانه لاتوجد قوة تؤثر على الكرة وفق المحور OX أي $(F_X = 0)$.

ب ـ دراسة الحركة وفق المحور OY :

1 ـ أكمال الجدول .

$$V_{5Y} = \frac{M_{4Y}M_{6Y}}{2\tau} = \frac{1,5\times10^{-2}}{2\times0.04} \Leftrightarrow V_{5Y} = 0,19m/s$$

$$V_{6Y} = \frac{M_{5Y}M_{7Y}}{2\tau} = \frac{2,5\times10^{-2}}{2\times0.04} \Leftrightarrow V_{5Y} = 0,31m/s$$

$$V_{7Y} = \frac{M_{6Y}M_{8Y}}{2\tau} = \frac{3,5\times10^{-2}}{2\times0.04} \Leftrightarrow V_{5Y} = 0,44m/s$$

$$V_{8Y} = \frac{M_{7Y}M_{9Y}}{2\tau} = \frac{4,5\times10^{-2}}{2\times0.04} \Leftrightarrow V_{5Y} = 0,56m/s$$

$$V_{9Y} = \frac{M_{8Y}M_{10Y}}{2\tau} = \frac{5,5\times10^{-2}}{2\times0.04} \Leftrightarrow V_{5Y} = 0,69m/s$$

$$V_{10Y} = \frac{M_{9Y}M_{11Y}}{2\tau} = \frac{6,5\times10^{-2}}{2\times0.04} \Leftrightarrow V_{10Y} = 0,81m/s$$

$$V_{11Y} = \frac{M_{10Y}M_{12Y}}{2\tau} = \frac{7,5\times10^{-2}}{2\times0.04} \Leftrightarrow V_{5Y} = 0,94m/s$$

المسافات	$M_{4Y}M_{5Y}$	$M_{5Y}M_{6Y}$	$M_{6Y}M_{7Y}$	$M_{7Y}M_{8Y}$	$M_{8Y}M_{9Y}$	$M_{9Y}M_{10Y}$	$M_{10Y}M_{11Y}$	$M_{11Y}M_{12Y}$
قيمها (cm)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
السرعة اللحظية	V_{4Y}	V_{5Y}	V_{6Y}	V_{7Y}	V_{8Y}	V_{9Y}	V_{10Y}	V_{11Y}
قيمتها (m/s)		0,19	0,31	0,44	0,56	0,69	0,81	0,94
التغير في السرعة	ΔV_{4Y}	ΔV_{5Y}	ΔV_{6Y}	ΔV_{7Y}	ΔV_{8Y}	ΔV_{9Y}	ΔV_{10Y}	ΔV_{11Y}
قيمتها (m/s)			0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	

2 ـ استنتاج طبيعة حركة الكرة وفق المحور OY :

ان المسار مستقيم و $\Delta V_Y = Cte$ و V تتزايد ومنه حركة الكرة على المحور OY مستقيمة متسارعة بانتظام .

3 ـ مقارنة قيمة تغير السرعة على المحور OY مع قيمتها المحسوبة سابقا في الدراسة الشعاعية :

نلاحظ أن $\Delta V_Y = \Delta V = 0,25m/s$

نتيجة 01 : (ص 206)

1 ـ كل جسم يقذف بسرعة ابتدائية أفقيا من ارتفاع h عن سطح الأرض يسقط متبعا مسارا منحنيا ، تحت تأثير قوة ثابتة شاقولية الحامل و متجهة نحو سطح الأرض ، و هي قوة جذب الأرض للكرة .

ملاحظة :

* **مدى القذف :** هي المسافة الأفقية بين نقطة القذف و نقطة الوصول و يتعلق بالسرعة الابتدائية و الارتفاع .

*** نتيجة عامة :**

2 ـ اذا تحرك جسم وفق مسار منحني فانه :

* يكون حتما خاضعا لقوة (حسب مبدأ العطالة) .

* يكون شعاع السرعة خلال الحركة مماسي للمسار في الموضع المعتبر .

* يكون لشعاع تغير السرعة و شعاع القوة دوما نفس الحامل و نفس الجهة و يتجهان نحو تقعر المسار .

2 ـ الحركة الدائرية المنتظمة :

2 ـ 1 ـ تعريف :

تكون الحركة دائرية منتظمة اذا كان مسارها دائري و شعاع سرعة المتحرك ثابت القيمة و متغير المنحى (الحامل) و الجهة في كل لحظة أثناء الحركة .

2 ـ 2 ـ دراسة الحركة الدائرية المنتظمة :

*** نشاط ـ 2 ـ**

نثبت خيط في نقطة O من طاولة ملساء و نصل طرفه الاخر بواسطة جسم ، ندفع الجسم على الطاولة مبتعدا عن نقطة التثبيت O حيث يبقى الخيط مشدودا أثناء الحركة . تمثل الوثيقة ـ 2 ـ التصوير المتعاقب لحركة الجسم .

*** الأسئلة :**

1 ـ اعتمادا على تسجيل الحركة في الوثيقة ـ 2 ـ بين أن الحركة دائرية منتظمة .

2 ـ أحسب قيم السرعا ت اللحظية V_1 ، V_3 ، V_5 ثم مثلها في المواضع M_1 ، M_3 ، M_5 .

3 ـ مثل شعاعي تغير السرعة $\Delta\vec{V}_2$ ، $\Delta\vec{V}_4$ في الموضعين M_2 ، M_4 .

4 ـ قارن خصائص شعاعي تغير السرعة $\Delta\vec{V}_2$ ، $\Delta\vec{V}_4$ ؟

5 ـ استنتج خصائص القوة $\vec{F}$ المطبقة على الجسم ثم مثلها في موضعين مختلفين .

6 ـ كيف تكون حركة الجسم في حالة انقطاع الخيط ؟ علل .

*** الأجوبة :**

1 ـ برهان أن الحركة دائرية منتظمة :

* نصل بواسطة مدور النقاط من M_0 الى M_8 .

* نرسم أنصاف الأقطار $(OM_8, OM_7, OM_6, OM_5, OM_4, OM_3, OM_2, OM_1, OM_0)$.

* نلاحظ أن المسار من M_0 الى M_8 هو عبارة عن قوس لدائرة مركزها O و نصف قطرها $R = OM = 11\,cm$.

* نلاحظ أن المسافات (الأقواس) الممسوحة متساوية خلال أزمنة متساوية ومنه **الحركة دائرية منتظمة .**

2 ـ حساب قيم السرعا ت اللحظية V_1 ، V_3 ، V_5 و تمثيلها في المواضع M_1 ، M_3 ، M_5 .

$$V_1 = \frac{\overset{\frown}{M_0M_2}}{2\tau} \approx \frac{M_0M_2}{2\tau} = \frac{5{,}2\times10^{-2}}{2\times0.04} \Leftrightarrow V_1 = 0{,}65\,m/s$$

$$V_3 = \frac{\overset{\frown}{M_2M_4}}{2\tau} \approx \frac{M_2M_4}{2\tau} = \frac{5{,}2\times10^{-2}}{2\times0.04} \Leftrightarrow V_3 = 0{,}65\,m/s$$

$$V_5 = \frac{\overset{\frown}{M_4M_6}}{2\tau} \approx \frac{M_4M_6}{2\tau} = \frac{5{,}2\times10^{-2}}{2\times0.04} \Leftrightarrow V_5 = 0{,}65\,m/s$$

3 ـ تمثيل شعاعي تغير السرعة $\Delta\vec{V}_2$ ، $\Delta\vec{V}_4$ في الموضعين M_2 ، M_4 .: على الوثيقة ـ 2 ـ

4 ـ مقارنة خصائص شعاعي تغير السرعة $\Delta\vec{V}_2$ ، $\Delta\vec{V}_4$: * لهما نفس الخصائص

*** حامل $\Delta\vec{V}$:** هو نصف قطر الدارة .

*** جهة $\Delta\vec{V}$:** نحو مركز الدائرة .

*** قيمة $\Delta\vec{V}$:** ثابتة . $\Delta V = 0{,}3\,m/s$

$$\begin{matrix} 1cm & \rightarrow & 0,2\,m/s \\ 1,5cm & \rightarrow & \Delta V_2 \end{matrix} \Rightarrow \Delta V_2 = \frac{1,5 \times 0,2}{1} \Leftrightarrow \Delta V_2 = 0,3\ m/s \quad ، \quad \Delta \vec{V}_2 = \vec{V}_3 - \vec{V}_1$$

$$\begin{matrix} 1cm & \rightarrow & 0,2\,m/s \\ 1,5cm & \rightarrow & \Delta V_4 \end{matrix} \Rightarrow \Delta V_4 = \frac{1,5 \times 0,2}{1} \Leftrightarrow \Delta V_4 = 0,3\ m/s \quad ، \quad \Delta \vec{V}_4 = \vec{V}_5 - \vec{V}_3$$

5 ـ استنتاج خصائص القوة $\vec{F}$ المطبقة على الجسم .

للقوة $\vec{F}$ نفس خصائص شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ و منه :

* **حامل $\vec{F}$:** هو نصف قطر الدارة .
* **جهة $\vec{F}$:** نحو مركز الدائرة .
* **قيمة $\vec{F}$:** ثابتة .

6 ـ حركة الجسم في حالة انقطاع الخيط :

عند انقطاع تكون محصلة القوى المؤثرة على الجسم معدومة ، و حسب مبدأالعطالة فان الحركة مستقيمة منتظمة .

نتيجة 02 :

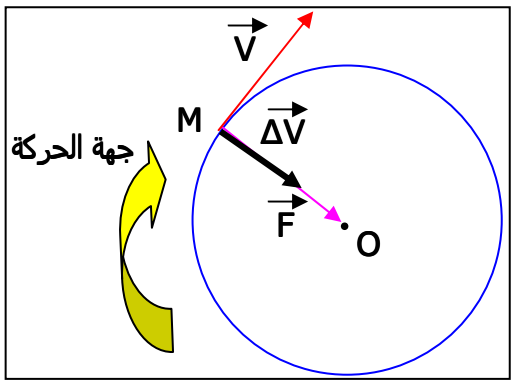
في الحركة الدائرية المنتظمة :

1 ـ يكون مسارالحركة دائريا وشعاع سرعةالمتحرك ثابت القيمة و متغيرالجهة و المنحى (الحامل)

2 ـ يخضع الجسم لقوة $\vec{F}$ ثابتة القيمة تتجه نحو مركز الدائرة ، نقول عن القوة في هذه الحالة أنها مركزية .

3 ـ تغير القوة $\vec{F}$ منحى وجهة شعاع السرعة دون تغيير قيمته .

4 ـ يكون شعاع تغير السرعة منطبقا دوما مع شعاع القوة ، و يتجه نحو مركز الدائرة وله قيمة ثابتة .



2 ـ 3 ـ تطبيقات الحركة الدائرية :

أ ـ من القذيفة الى القمر الاصطناعي : (الحاسوب)

اذا كانت سرعة القذيفة كافية حيث تكون لها حركة دائرية نصف قطرها أكبر من نصف قطر الأرض فتصبح قمرا اصطناعيا .

ب ـ حركة القمر حول الأرض :

《لماذا لا يسقط القمر على الأرض ؟ 》

ان القمر في حالة سقوط دائم على الارض 《 لانه يخضع لقوة جذب الأرض له 》، دون لمسها لانه يدور بسرعة عمودية على منحى شعاع القوة و هذه السرعة كافية لتجعل نصف قطر دورانه أكبر بكثير من نصف قطر الأرض .

جـ ـ اطلاق الأقمار الاصطناعية و المركبات الفضائية :

* محاكات بعض حركات القذائف باستعمال برنامج (satellites) .
* محاكات بعض حركات الأقمار الاصطناعية باستعمال برنامج (satellites) .

3 ـ دراسة حركة القذيفة :

*** نشاط ـ 3 ـ**

يقذف لاعب كرة برجله فتنطلق الكرة بسرعة إبتدائية $\vec{V_0}$. يعطي التسجيل الممثل في الوثيقة ـ 3 ـ مواضع الكرة خلال فترات زمنية متساوية $\tau = 0.2\ S$.

*** الأسئلة :**

1 ـ وصل مواضع التسجيل من M_0 إلى M_{12} ؟

2 ـ حدد مسار الكرة و استنتج نوع الحركة ؟

الأستاذ : د . بلـخير

3 ـ أحسب قيم السرعة اللحظية $\vec{V}$ في المواضع $(M_{11}\ ،\ M_9\ ،\ M_7\ ،\ M_6\ ،\ M_5\ ،\ M_3\ ،\ M_1)$.

4 ـ مثل أشعة السرعة اللحظية $\vec{V}$ في المواضع $(M_{11}\ ،\ M_9\ ،\ M_7\ ،\ M_6\ ،\ M_5\ ،\ M_3\ ،\ M_1)$ ، ماذا تلاحظ ؟

5 ـ مثل أشعة تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ في المواضع $(M_{10}\ ،\ M_8\ ،\ M_4\ ،\ M_2)$ و أذكر خصائصها .

6 ـ إستنتج خصائص القوة المطبقة على الكرة ؟ و مثلها في الموضعين $M_7\ ،\ M_3$ ؟

7 ـ حلل في المواضع السابقة باستعمال الألوان ، شعاع السرعة $\vec{V}$ إلى مركبتيه الشعاعية الأفقية $\vec{V}_x$ و العمودية $\vec{V}_y$.

8 ـ كيف تتغير قيمتي المركبتين في مرحلتي الصعود و النزول ؟

9 ـ استنتج طبيعة حركة الكرة على المحورين OX ، OY .

10 ـ ماذا يحدث للمركبة V_y إثر مرور الكرة من أعلى موضع تشغله ، مثل شعاع السرعة في هذا الموضع .

*** الأجوبة :**

1 ـ توصيل مواضع التسجيل من M_0 إلى M_{12} كما هو مبين على الوثيقة .

2 ـ تحديد مسار الكرة و استنتاج نوع الحركة :

المسار منحني (قطع مكافئ) و منه الحركة منحنية .

3 ـ حساب قيم السرعة اللحظية $\vec{V}$ في المواضع $(M_{11}\ ،\ M_9\ ،\ M_7\ ،\ M_6\ ،\ M_5\ ،\ M_3\ ،\ M_1)$:

$$V_1 = \frac{\overset{\frown}{M_0M_2}}{2\tau} \approx \frac{M_0M_2}{2\tau} = \frac{8,5\times 2}{2\times 0.2} \Leftrightarrow V_1 = 42,5m/s$$

$$V_3 = \frac{\overset{\frown}{M_2M_4}}{2\tau} \approx \frac{M_2M_4}{2\tau} = \frac{6,7\times 2}{2\times 0.2} \Leftrightarrow V_3 = 33,5m/s$$

$$V_5 = \frac{\overset{\frown}{M_4M_6}}{2\tau} \approx \frac{M_4M_6}{2\tau} = \frac{5,3\times 2}{2\times 0,2} \Leftrightarrow V_5 = 26,5m/s$$

$$V_6 = \frac{\overset{\frown}{M_5M_7}}{2\tau} \approx \frac{M_5M_7}{2\tau} = \frac{4\times 2}{2\times 0,2} \Leftrightarrow V_6 = 20,0m/s$$

$$V_7 = \frac{\overset{\frown}{M_6M_8}}{2\tau} \approx \frac{M_6M_8}{2\tau} = \frac{5,3\times 2}{2\times 0,2} \Leftrightarrow V_7 = 26,5m/s$$

$$V_9 = \frac{\overset{\frown}{M_8M_{10}}}{2\tau} \approx \frac{M_8M_{10}}{2\tau} = \frac{6,7\times 2}{2\times 0,2} \Leftrightarrow V_9 = 33,5m/s$$

$$V_{11} = \frac{\overset{\frown}{M_{10}M_{12}}}{2\tau} \approx \frac{M_{10}M_{12}}{2\tau} = \frac{8,5\times 2}{2\times 0.2} \Leftrightarrow V_1 = 42,5m/s$$

المواضع	M_1	M_3	M_5	M_6	M_7	M_9	M_{11}
السرعات	V_1	V_3	V_5	V_6	V_7	V_9	V_{11}
قيمة السرعة $V\ (m/s)$	42,5	33,5	26,5	20,0	26,5	33,5	42,5

4 ـ * تمثيل أشعة السرعة اللحظية $\vec{V}$ في المواضع $(M_{11}\ ،\ M_9\ ،\ M_7\ ،\ M_6\ ،\ M_5\ ،\ M_3\ ،\ M_1)$:

كما هو مبين في الوثيقة ـ 3 ـ .

* نلاحظ : ـ أثناء الصعود : السرعة تتناقص .

- أثناء النزول : السرعة تتزايد .

5 ـ * تمثل أشعة تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ في المواضع $(M_{10}\ ،\ M_8\ ،\ M_4\ ،\ M_2)$ كما هو مبين على الوثيقة ـ 3 ـ .

* خصائص $\vec{\Delta V}$: * حوامل $\vec{\Delta V}$ متوازية (الشاقول)

* لها نفس الاتجاه (نحو مركز الأرض)

* قيم $\vec{\Delta V}$ ثابتة أثناء الصعود والنزول.

6 * إستنتاج خصائص القوة المطبقة على الكرة : لها نفس خصائص شعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V}$

* تمثيلها في الموضعين M_7 ، M_3 : كما هو مبين على الوثيقة ـ 3 ـ

7 ـ تحليل شعاع السرعة $\vec{V}$ إلى مركبتيه الشعاعية الأفقية $\vec{V_x}$ و العمودية $\vec{V_y}$: كما هو مبين عاى الوثيقة ـ 3 ـ .

8 ـ كيفية تغيير قيمتي المركبتين في مرحلتي الصعود و النزول :

* قيمة $\vec{V_x}$: ثابتة في المرحلتين .

* قيمة $\vec{V_y}$: تتناقص أثناء الصعود و تتزايد أثناء النزول .

9 ـ استنتاج طبيعة حركة الكرة على المحورين OX ، OY .

*على المحور OX : المسار مستقيم و السرعة ثابتة و منه الحركة مستقيمة منتظمة .

*على المحور OY : المسار مستقيم و السرعة متغيرة بانتظام و منه الحركة مستقيمة متغيرة بانتظام .

10 * ماذا يحدث للمركبة V_y إثر مرور الكرة من أعلى موضع تشغله ، و تمثيل شعاع السرعة في هذا الموضع .

عند مرور الكرة من أعلى موضع تشغله تكون $V_y = 0$.

* تمثيل شعاع السرعة في هذا الموضع : كما هو مبين عاى الوثيقة ـ 3 ـ .

*** نتيجة 03 :**

اذا قذف جسم بسرعة ابتدائية $\vec{V_0}$ تصنع زاوية α مع الأفق فان :

1 ـ لشعاع تغير السرعة $\vec{\Delta V}$ قيمة ثابتة خلال الحركة و يتجه نحو مركز الأرض .

2 ـ الجسم يخضع لقوة تأثير الأرض عليه و هي قوة ثابتة القيمة و الجهة و المنحى (الحامل) .

3 ـ سرعة الجسم وفق المحور الأفقي OX ثابتة أي الحركة مستقيمة منتظمة .

4 ـ سرعة الجسم وفق المحور الشاقولي OY متغيرة بانتظام .