1

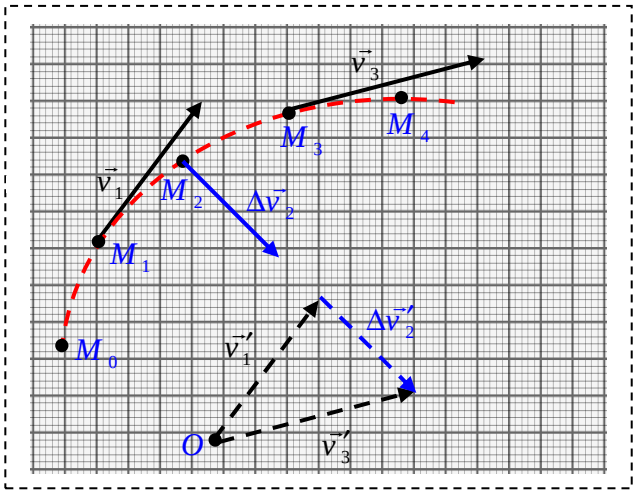
1- دراسة السرعة والقوة في حالة الحركة المنحنية :

1-1- تحديد شعاعي السرعة و تغير السرعة بيانيا :

1-1-3- تحديد و تمثيل شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta v}$:

نأخذ التسجيل المبين في الشكل لمواضع متحرك في مجالات زمنية متعاقبة و متساوية

مثلا : لتحديد شعاع السرعة $\overrightarrow{\Delta v}$ في الموضع M_2 نتبع مايلي :



** نأخذ الموضعين المجاورين لـ M_2 و هما M_3 و M_1

فيكون $\overrightarrow{\Delta v_2} = \vec{v}_3 - \vec{v}_1$.

** لتحديده بيانيا نتبع مايلي :

- نختار نقطة كيفية O خارج التسجيل .
- نرسم الشعاع المساير $\vec{v}_1$ في النقطة O $(\vec{v}'_1)$.
- نرسم الشعاع المساير لـ $\vec{v}_3$ في النقطة O $(\vec{v}'_3)$.
- نرسم الشعاع $\Delta\vec{v}'_2$ بدايته هي نهاية $\vec{v}'_1$ و نهايته هي نهاية $\vec{v}'_3$

بحيث : $\Delta\vec{v}'_2 = \vec{v}'_3 - \vec{v}'_1$.

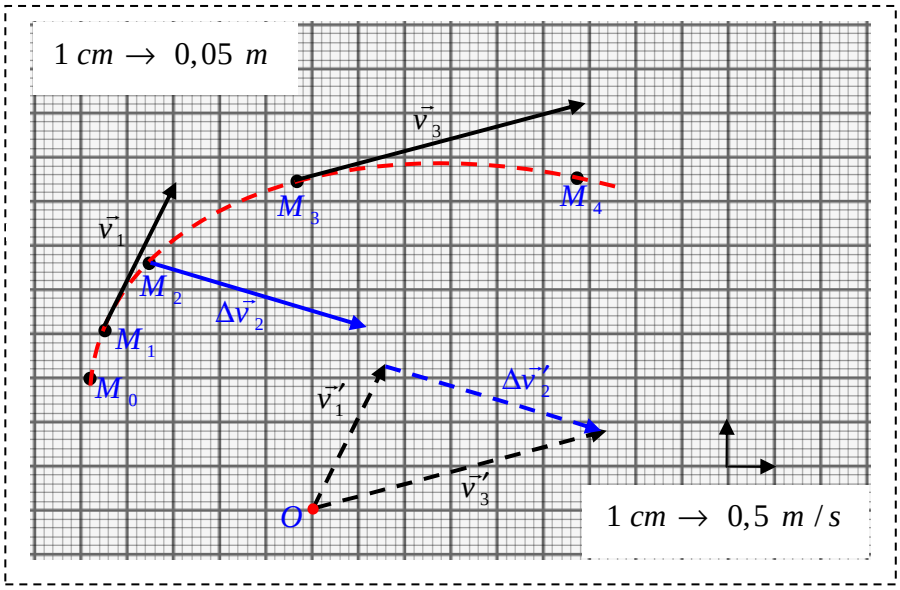
بما أن $\vec{v}'_1$ و $\vec{v}'_3$ يسايران $\vec{v}_1$ و $\vec{v}_3$ على الترتيب فإن : $\Delta\vec{v}'_2$

يساير $\Delta\vec{v}_2$ فتكون خصائصه :

- بدايته الموضع M_2 . - حامله موازي لحامل $\Delta\vec{v}'_2$. - جهته هي جهة $\Delta\vec{v}'_2$. - طويلته هي طويلة $\Delta\vec{v}'_2$ المقاسة بيانيا .

1-2- مثال تطبيقي : لدينا تسجيل لحركة منحنية لنقطة متحركة M في مجالات زمنية متساوية و متعاقبة $\tau = 0,04\ s$. بحيث

سلم تمثيل المسافات : $1\ cm \rightarrow 0,05\ m$



** نحدد شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{v}_2$.

- حساب v_1 : $v_1 = \dfrac{M_0M_2}{2\tau}$

ت ع : $v_1 = \dfrac{2,8 \times 0,05}{2 \times 0,04}$

و منه $\boxed{v_1 = 1,75\ m/s}$

- حساب v_3 : $v_3 = \dfrac{M_2M_4}{2\tau}$

ت ع : $v_3 = \dfrac{5,2 \times 0,05}{2 \times 0,04}$

و منه $\boxed{v_3 = 3,25\ m/s}$

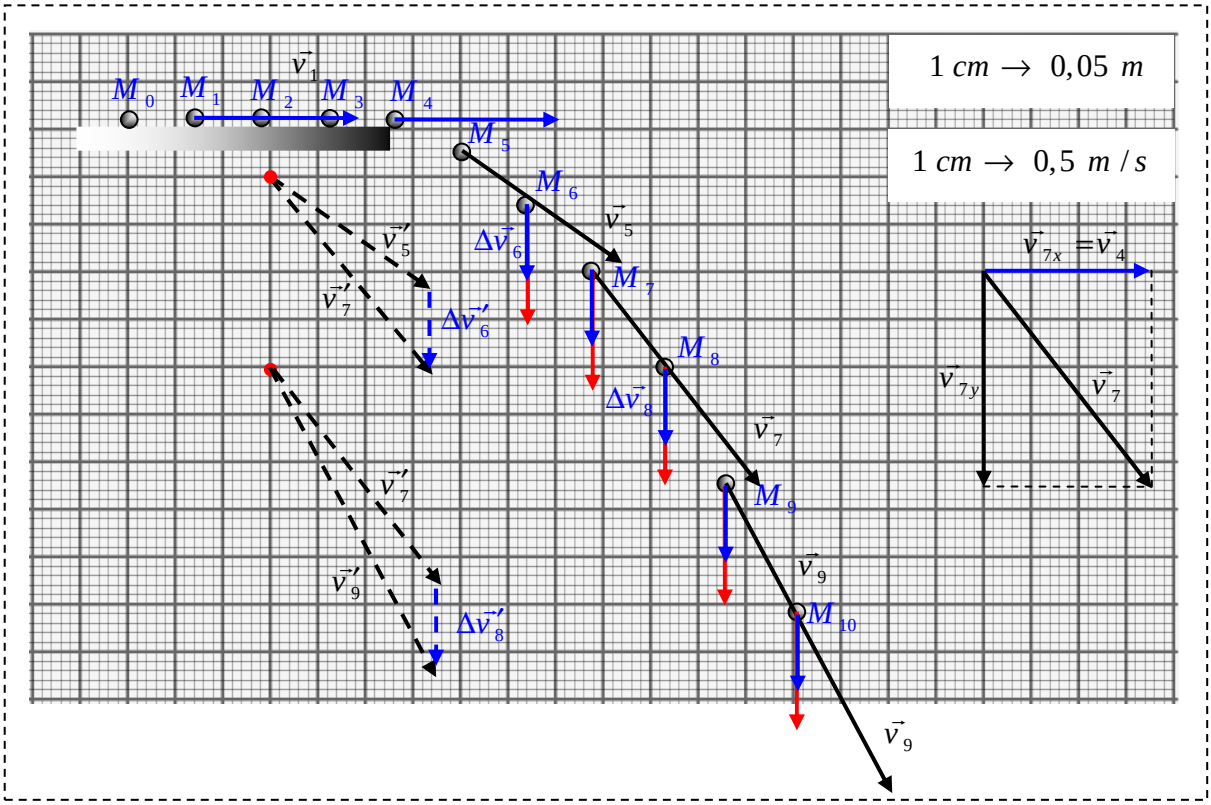
- تمثيل $\vec{v}_1$ و $\vec{v}_3$: السلم $1\ cm \rightarrow 0,5\ m/s$
- تمثيل و حساب قيمة $\Delta\vec{v}_2$: بنفس الخطوات السابقة نمثل $\Delta\vec{v}_2$ نجد قيمته حسب سلم السرعات : $\boxed{\Delta v_2 = 2,4\ m/s}$

2- دراسة حركة كرة مقذوفة أفقيا :

2-1- حركة الكرة على الطاولة :

** ندفع كرة صغيرة على سطح طاولة أفقية ملساء فتتجه نحو الحافة ثم تسقط في الهواء وفق مسار منحني :

أ- نلاحظ أن حركة الكرة على الطاولة حركة مستقيمة منتظمة .



ب- نمثل $\vec{v}_1$ في الموضع M_1 نجد : $M_0M_2 = 2,8\ cm$ و بأخذ سلم المسافات $1\ cm \rightarrow 0,05\ m$ يكون :

** ت ع : $v_1 = \dfrac{M_0M_2}{2\tau}$ و منه $v_1 = \dfrac{2,8\times 0,05}{2\times 0,04}$ $\boxed{v_1 = 1,75\ m/s}$

لتمثيل $\vec{v}_1$ نختار السلم $1\ cm \rightarrow 0,5\ m/s$ فيكون على الرسم $(v_1 = 3\ cm)$.

ج- طويلته عند الموضع M_4 (عند مغادرة الطاولة) : $\boxed{v_1 = v_4 = 1,75\ m/s}$ لأنها حركة مستقيمة منتظمة فوق الطاولة

2-2- حركة الكرة بعد مغادرتها الطاولة :

2-2-1- الدراسة الشعاعية :

أ- قيم السرعة اللحظية :

** ت ع : $v_5 = \dfrac{M_4M_6}{2\tau}$ و منه $v_5 = \dfrac{3,2\times 0,05}{2\times 0,04}$ $\boxed{v_5 = 2\ m/s}$ على الرسم $(v_5 = 4\ cm)$

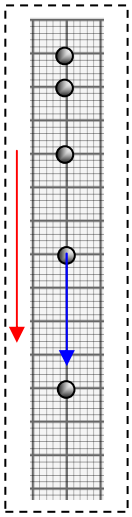
** ت ع : $v_7 = \dfrac{M_6M_8}{2\tau}$ و منه $v_7 = \dfrac{4,5\times 0,05}{2\times 0,04}$ $\boxed{v_7 = 2,8\ m/s}$ على الرسم $(v_7 = 5,6\ cm)$

ب- التمثيل على الرسم : يؤخذ سلم السرعات $1\ cm \rightarrow 0,5\ m/s$ ، نلاحظ تزايد قيم السرعة .

ج- خصائص أشعة تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta v}$: - حواملها متوازية . - جهتها نحو مركز الأرض (شاقولية) - نقاط تأثيرها النقاط المعتبرة .

- شدتها متساوية $0,8\ m/s$ (بيانيا على الرسم $(\Delta v = 1,6\ cm)$)

د- القوة المطبقة على الكرية هي قوة جذب الأرض تكون ثابتة و لها نفس خصائص $\overrightarrow{\Delta v}$.



2-2-2- الدراسة البيانية :

أ- الحركة على المحور (O,x) :

- المسافات المتتالية المقطوعة وفق المحور (O,x) متساوية و منه نستنتج أن قيمة السرعة ثابتة مساوية لقيمة سرعة الكرة فوق الطاولة . (حسب مبدأ العطالة : لا توجد قوى على هذا المحور)

ب- الحركة على المحور (O,y) :

- المسافات المقطوعة وفق (O,y) متزايدة و منه فإن السرعة متزايدة بحيث قيمة تغير السرعة ثابتة $\Delta v = 0,8\ m/s$

ج- علاقة المدى بالشروط الإبتدائية :

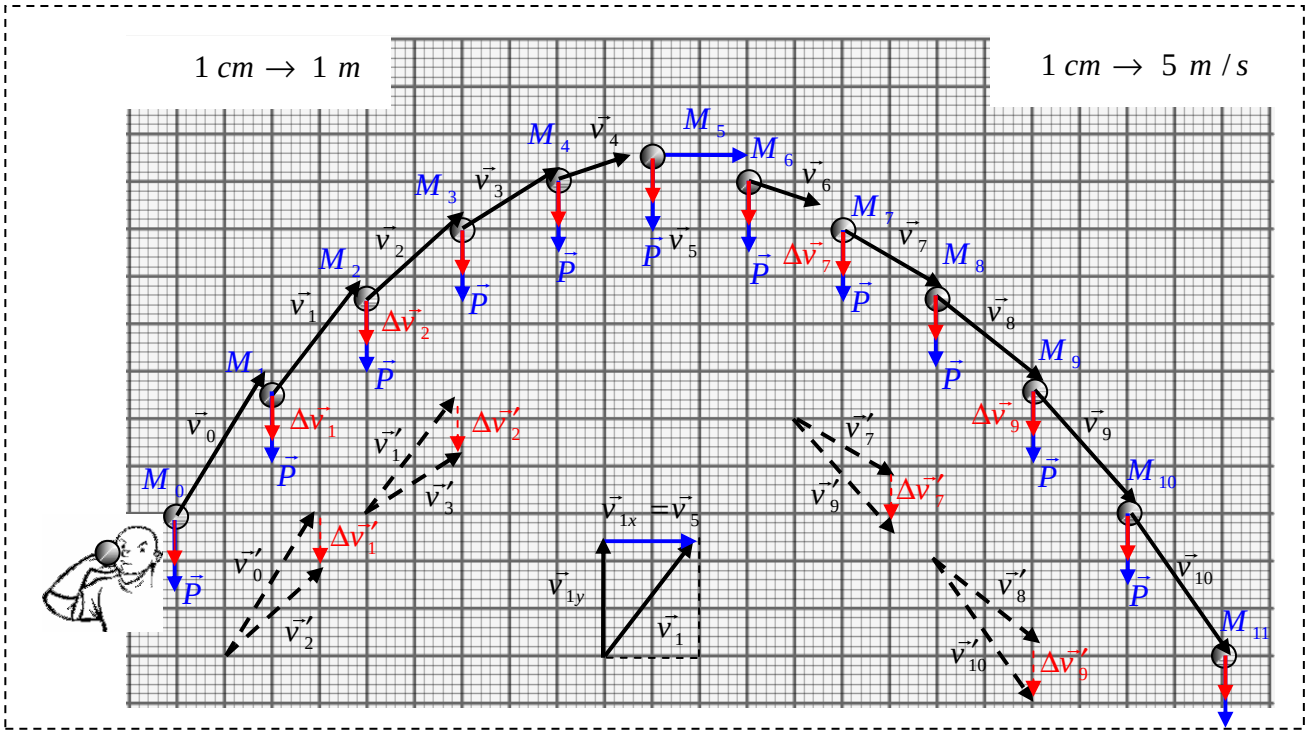
** مدى القذف هو البعد الأفقي الذي يفصل موضع القذف عن موضع سقوط الكرة ، يتعلق المدى بقيمة سرعة القذف

** لو تركت كرة تسقط دون قذفها تكون حركتها مستقيمة متسارعة تحت تأثير قوة جذب الأرض لها فقط .

3- دراسة حركة كرة مقذوفة بسرعة إبتدائية $\vec{v}_0$:

3-1- حركة الكرة أثناء الصعود :

ندرس حركة كرية رمي الجلة المقذوفة بسرعة إبتدائية $\vec{v}_0$ بأخذ التسجيل الممثل لمواضعها خلال مجالات زمنية متساوية $\tau = 0,2\ s$



ب- حساب قيم السرعة اللحظية أثناء الصعود :

** $v_1 = \dfrac{M_0M_2}{2\tau}$ ت ع : $v_1 = \dfrac{6}{2\times 0,2}$ و منه $\boxed{v_1 = 15\ m/s}$

** $v_2 = \dfrac{M_1M_3}{2\tau}$ ت ع : $v_1 = \dfrac{5,4}{2\times 0,2}$ و منه $\boxed{v_2 = 13,5\ m/s}$

** $v_3 = \dfrac{M_2M_4}{2\tau}$ ت ع : $v_3 = \dfrac{4,8}{2\times 0,2}$ و منه $\boxed{v_3 = 12\ m/s}$

3-2- حركة الكرة أثناء النزول :

أ- حساب قيم السرعة اللحظية أثناء النزول :

** $v_7=\dfrac{M_6M_8}{2\tau}$ ت ع : $v_7=\dfrac{4,8}{2\times0,2}$ و منه $\boxed{v_7=12\ m/s}$

** $v_8=\dfrac{M_7M_9}{2\tau}$ ت ع : $v_8=\dfrac{5,4}{2\times0,2}$ و منه $\boxed{v_8=13,5\ m/s}$

ج- تمثيل أشعة تغير السرعة $\Delta\vec{v}_2$ ، $\Delta\vec{v}_7$ فنجد قيمتها بيانيا : $\boxed{\Delta v\approx4\ m/s}$

د- أعلى موضع تبلغه الكرة (الذروة) هو الموضع M_5

هـ- خصائص شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{v}$: - مبدأه الموضع المعتبر . - إتجاهه نحو مركز الأرض (شاقولي) .

- حامله الشاقول . - شدته ثابتة (حركة متغيرة بانتظام) ، $\Delta v=4\ m/s$

3-3- القوة المطبقة على الكرة :

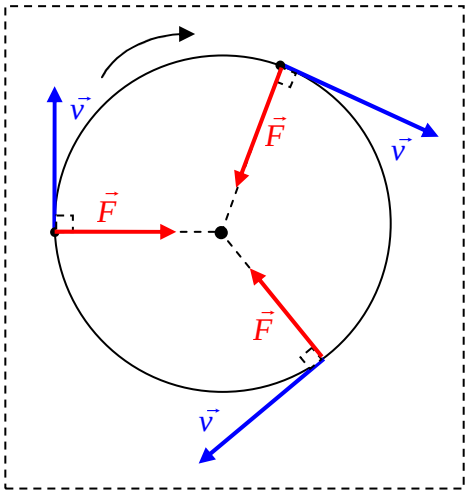
** القوة المؤثرة هي قوة جذب الأرض لها نفس خصائص $\Delta\vec{v}$.

** أثناء الصعود : حسب العطالة .- $\vec{v}_x$ ثابتة (لا توجد قوى) - $\vec{v}_y$ تتناقص (وجود قوة معاكسة لجهة الحركة)

** أثناء النزول : - $\vec{v}_x$ ثابتة (لا توجد قوى) - $\vec{v}_y$ تتزايد (وجود قوة في جهة الحركة) .

** عند الذروة : يكون $v_y=0$ و منه $v=v_x$.

4- الحركة الدائرية المنتظمة :



4-1- تعريف : نقول عن حركة أنها دائرية منتظمة إذاكان مسارها دائريا و سرعة المتحرك ثابتة القيمة .

4-2- مواصفات شعاع السرعة و شعاع القوة :

يكون شعاع القوة $\vec{F}$ في كل لحظة عموديا على شعاع السرعة $\vec{v}$ وموجها نحو مركز الدائرة .

4-3- تطبيقات الحركة الدائرية المنتظمة :

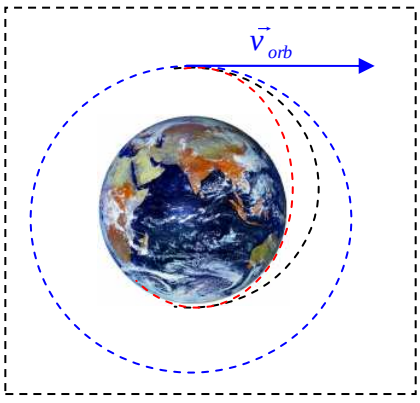
** حركة القمر حول الأرض : للقمر سرعة كافية للمحافظة على مداره حول الأرض .

** في الحركة الدائرية المنتظمة يكون المسار دائريا و شعاع سرعة المتحرك ثابت القيمة و متغير المنحى .

** يخضع الجسم لقوة $\vec{F}$ ثابتة القيمة و تتجه نحو مركز الدائرة (قوة مركزية) .

تغير القوة $\vec{F}$ جهة و منحى شعاع السرعة دون تغيير قيمتها .

** $\Delta\vec{v}$ منطبقا على $\vec{F}$ و يتجه نحو مركز الدائرة و له قيمة ثابتة (معدومة) .



4-4- محاكاة حركة قمر صناعي : إجراء المحاكاة لدراسة حركة الأقمار الاصطناعية باستعمال برنامج *Satellite* مثلا .

1- نبحث بواسطة محاكاة متتالية ، عن السرعة التي يجب أن يقذف بها قمر اصطناعي ، للحصول على مسار دائري نصف قطره $r=(6400+10000)\ km$ بحيث $R_T=16400\ km$ نصف قطر الأرض .

- سرعته حسب برنامج *Satellite* : $v=6,8\ km/s$ أي $\boxed{v=4936\ m/s}$

– دوره على هذا الإرتفاع : $T=\frac{2\pi r}{v}$ و منه $T=\frac{2\times 3,14\times 16400\times 10^3}{4936}$

فيكون $\boxed{T=20865,5\ s}$ أي $\boxed{T=5,8\ h}$ (أقل دور يمكن تحقيقه على الأقمار هو $T=90\ min$ (الأقمار العلمية))

– لا يتعلق هذان المقداران بكتلة القمر الاصطناعي .

2–3– أنجز بعدئذ المحاكتين الموافقتين للحالتين السابقتين ، هل النتائج موافقة لتوقعاتك ؟

أ– قذف القمر بسرعة $5500\ m/s$: نلاحظ أن القمر يغادر المسار الذي نصف قطره $r=(6400+10000)\ km$ و ينتقل إلى المسار الذي نصف قطره $r=(6400+20000)\ km$ فيحافظ على حركته الدائرية المنتظمة بسرعة مدارية : $\boxed{v=3903\ m/s}$

أ– قذف القمر بسرعة $2000\ m/s$: نلاحظ سقوط القمر على الأرض .

4– حتى يظهر ساكنا في السماء و حسب برنامج *Satellite* يجب قذفه بسرعة $\boxed{v=6000\ m/s}$ على نفس المسار السابق $(6400+10000)km$ فيأخذ الإرتفاع $\boxed{h\approx 36000\ km}$.

و يحافظ على مساره الدائري على هذ الإرتفاع بسرعة مدارية $\boxed{v\approx 3063\ m/s}$

– معرفة هذا الارتفاع وهذه السرعة ليس كافيا ليظهر القمر الاصطناعي ساكنا في السماء فيجب أن يكون فوق خط الإستواء

** للإطلاع على فيديو عمل المحاكاة ببرنامج *Satellite* : http://www.youtube.com/watch?v=NxvPsMiAJpA&feature=youtu.b

** للإطلاع على فيديو عمل برنامج *Avistep* : http://www.youtube.com/watch?v=ilafSzlHwSY&feature=youtu.be

** يمكن اختيار نوعية الفيديو عالية الجودة *HD* 1080 من خلال الخيارات المتوفرة على اليوتوب .

5– التقـــــــــــويم

حل التمرين 1 ص 219 :

** في الحركة الدائرية المنتظمة :

العبارة	ص	خ	العبارة الصحيحة
قيمة السرعة اللحظية ثابتة	×		
شعاع السرعة ثابت		×	شعاع السرعة متغير
شعاع تغير السرعة معدوم	×		
شعاع السرعة مماسي للمسار	×		
لا يخضع المتحرك لأي قوة		×	يخضع المتحرك لقوة

** في الحركة المنحنية :

العبارة	ص	خ	العبارة الصحيحة
شعاع السرعة اللحظية للمسار	×		
قيمة السرعة ثابتة		×	قيمة السرعة متغيرة
شعاع تغير السرعة و شعاع السرعة لهما نفس الحامل	×		شعاع تغير السرعة و شعاع السرعة ليس لهما نفس الحامل
شعاع السرعة مماسي للمسار	×		
مبدأ العطالة غير محقق		×	مبدأ العطالة غير محقق

حل التمرين 2 ص 219 :

– في الحركة الدائرية المنتظمة تكون المسافات المقطوعة خلال مجالات زمنية متساوية متساوية .

– في الحركة الدائرية المنتظمة يكون شعاع القوة مركزي .

– في الحركة المنحنية إذاكانت قيمة السرعة ثابتة تكون قيمة شعاع تغير السرعة معدوما .

حل التمرين 7 ص 221

أثر قوة جذب الأرض على سرعة الكرية .

– في مرحلة الصعود تكون قوة جذب الأرض معيقة عكس جهة حركة الكرية فتكون سرعتها متباطئة .

– في مرحلة النزول تكون قوة جذب الأرض قوة مساعدة في جهة حركة الكرية فتكون سرعتها متزايدة .

حل التمرين 9 ص 221

1– حركة هذا الجسم حركة غير منتظمة لأن المسافات التي قطعها المتحرك ليست متساوية .

** $v_1 = \dfrac{M_0M_2}{2\tau}$ ت ع : $v_1 = \dfrac{29\times 5}{0,08}$ و منه $\boxed{v_1 = 1,8\ m/s}$

** $v_2 = \dfrac{M_1M_3}{2\tau}$ ت ع : $v_2 = \dfrac{3\times 5}{0,08}$ و منه $\boxed{v_2 = 1,87\ m/s}$