الأستاذ أيوب مرضي	مـــــــادة الـــــفـــــيـــــزيـــــاء	11 صفحة
مستوى الثانية بكالوريا شعبة: علوم الحياة و الأرض – ع ف الثانوية التأهيلية		الـجــزء الرابع: الميكانيك

الدرس التاسع

قوانين نيوتن

Les lois de Newton

I. متجهة السرعة و متجهة التسارع.

1. نسبية الحركة:

الحركة والسكون مفهومان نسبيان : أي أن الأجسام لا تتحرك إلا بالنسبة لأجسام أخرى، أي أنه لدراسة حركة جسم ما يجب اختيار جسما مرجعيا أو مرجعا لهذه الدراسة، ولتتبع التطور الزمني للجسم المتحرك: يجب اعتبار معلم للفضاء ومعلم الزمن مرتبطين بالجسم المرجعي .

معلم الفضاء يتم تحديده بأصله **O** وبقاعدة متعامدة وممنظمة. نستعمل مجموعة من الأجسام المرجعية الخاصة وذلك حسب المجموعة الميكانيكية التي نريد دراستها بحيث نختار:

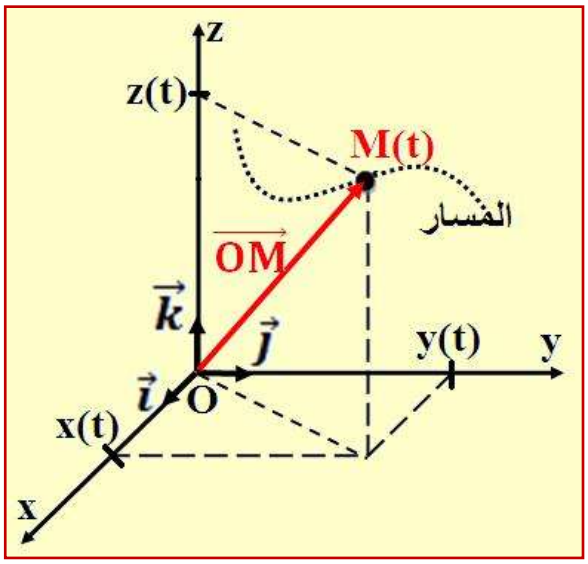
- **المرجع الأرضي:** لدراسة حركة السيارات والقطارات والقذائف...
- **المرجع المركزي الأرضي:** لدراسة حركة الأجسام التي تتحرك حول الأرض مثل الأقمار الاصطناعية...
- **المرجع المركزي الشمسي (مرجع كوبرنيك):** لدراسة حركة الكواكب والمذنبات التي تبعد كثيراً عن الأرض...

نرمز لمعلم القضاء بـ: .....

.....

.....

2. معلمة موضع نقطة من جسم متحرك:



نحدد موضع نقطة M من متحرك في كل لحظة ، في معلم متعامد ممنظم $\mathbf{R(O;\vec{i};\vec{j};\vec{k})}$ بمتجهة الموضع $\overrightarrow{\mathbf{OM}}$ بحيث:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

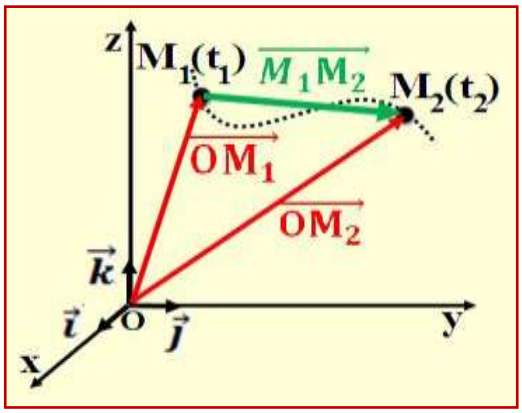
.....

ملاحظة:

- .....
- .....
- .....

قوانين نيوتن

3. متجهة السرعة:



أ. متجهة السرعة المتوسطة:

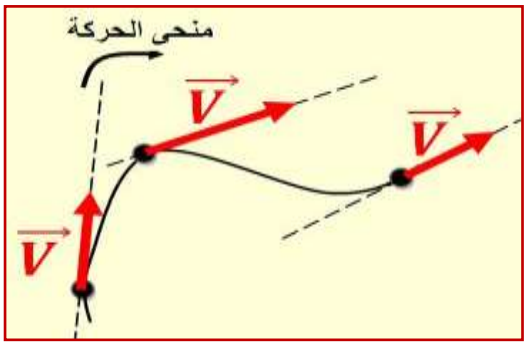
متجهة السرعة المتوسطة لنقطة M من جسم متحرك انتقلت من موضع M_1 إلى موضع M_2 خلال المدة: $\Delta t = t_2 - t_1$ هي:

ب. متجهة السرعة اللحظية:

في مرجع معين، تساوي متجهة السرعة اللحظية لنقطة M من جسم متحرك صلب عند اللحظة t، **مشتقة متجهة الموضع بالنسبة للزمن**، بحيث:

وحدة السرعة في النظام العالمي للوحدات هي:.....

ج. مميزات متجهة السرعة اللحظية:



- **الأصل:** .....
.....
- **الاتجاه:** .....
.....
- **المنحى:** .....
- **المنظم:** .....

د. متجهة السرعة في معلم ديكارتي:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ه. تطبيق 1:

الأسئلة

إحداثيات متجهة الموضع $\overrightarrow{OM}$ خلال حركة جسم صلب في معلم متعامد ممنظم $R(O;\vec{i};\vec{j};\vec{k})$ هي:

$$z(t) = 10.t^2 \quad ; \quad y(t) = 2.t^3 \quad ; \quad x(t) = 4.t$$

1) **عبر عن متجهة الموضع $\overrightarrow{OM}$ عند لحظة t ثم حدد منظمها عند اللحظة $t = 2s$.**
2) **حدد إحداثيات متجهة السرعة $\vec{v}$ عند لحظة t ثم حدد قيمتها عند اللحظة $t = 2s$.**

الأجوبة

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. متجهة التسارع:

أ. متجهة التسارع في معلم ديكارتي:

في مرجع معين، تساوي متجهة التسارع $\vec{a}$ لنقطة M من جسم متحرك صلب عند اللحظة t، **المشتقة الأولى لمتجهة السرعة بالنسبة للزمن أو المشتقة الثانية لمتجهة الموضع بالنسبة للزمن** ، بحيث:

وحدة التسارع في النظام العالمي للوحدات هي: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

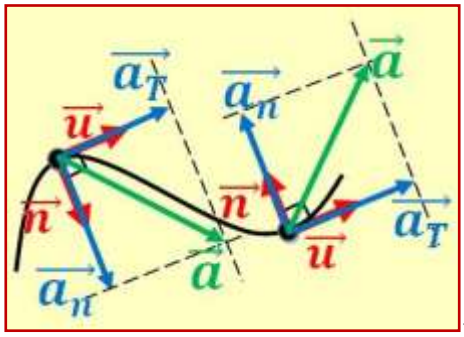
ب. متجهة التسارع في أساس فريني:

♦ **أساس فريني:**

معلم محلي $(M; \vec{u}; \vec{n})$ متعامد وممنظم ينطبق أصله في كل لحظة مع موضع المتحرك M، متجهته الواحدية $\vec{u}$ مماسة للمسار وموجهة في منحى الحركة، ومتجهته الواحدية $\vec{n}$ متعامدة مع $\vec{u}$ وموجهة نحو تقعر المسار.

♦ **التسارع في أساس فريني:**

في حالة حركة مستوية نعبر عن التسارع في أساس فريني على الشكل:



حيث:.....

.....

.....

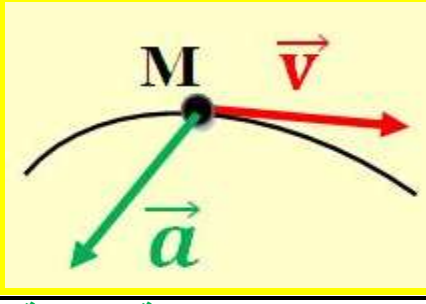
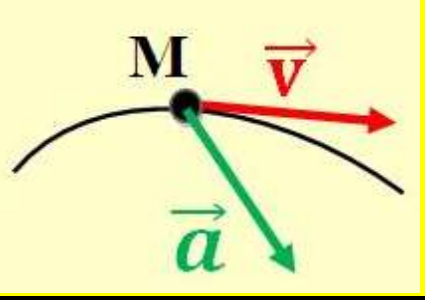
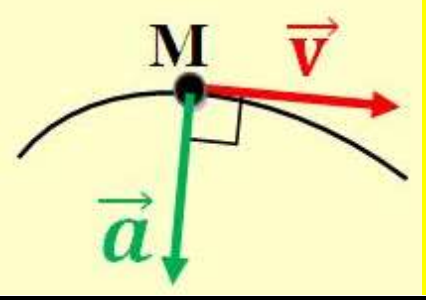
.....

.....

5. طبيعة الحركة:

نحدد طبيعة حركة النقطة المتحركة من خلال الجداء السلمي للمتجهتين $\vec{a}$ و $\vec{v}$ بحيث يتعلق هذا الجداء السلمي بالزاوية المحصورة بين المتجهتين، أي:..... .

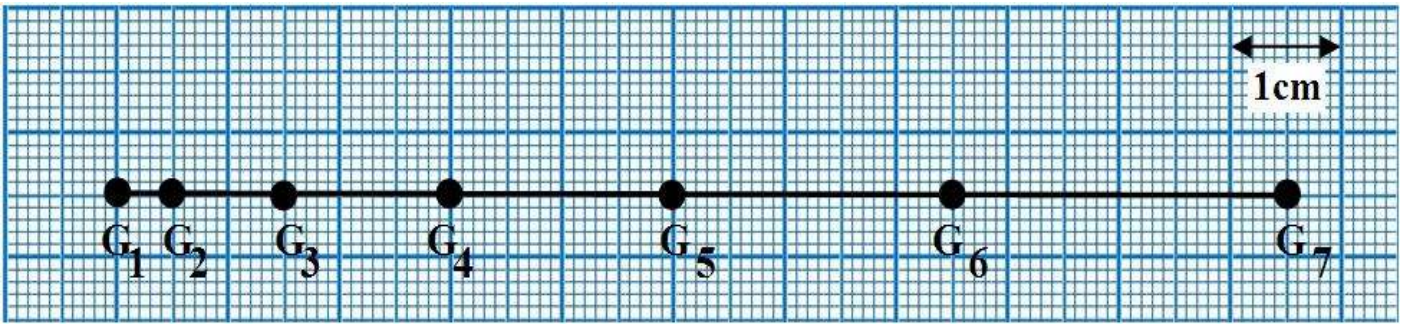
مما سبق نميز بين ثلاث حالات و ذلك حسب قيمة الزاوية المحصورة بين المتجهتين $\vec{a}$ و $\vec{v}$.

حركة متباطئة	حركة متسارعة	حركة منتظمة
		

6. تمثيل متجهة السرعة و التسارع :(تطبيق 2)

♦ **تمثيل متجهة السرعة و التسارع في حالة حركة مستقيم:**

نطلق حاملا ذاتيا بدون سرعة بدئية فوق منضدة هوائية مائلة بزاوية $\alpha=40°$ بالنسبة للمستوى الأفقي و نسجل حركة مركز قصوره G بعد ضبط مولد الشرارات على القيمة $\tau=60ms$ فنحصل على التسجيل التالي:



1) أحسب سرعة الحامل الذاتي عند النقطتين G_4 و G_6.

.....

.....

.....

.....

.....

2) مثل متجهتي السرعة $\overrightarrow{v_4}$ و $\overrightarrow{v_6}$ باعتبار السلم $1cm \rightarrow 0,15m/s$

.....

.....

.....

3) مثل المتجهة $\Delta\overrightarrow{v_5} = \overrightarrow{v_6} - \overrightarrow{v_4}$ في النقطة G_5.

.....

.....

4) نعين التسارع باستعمال العلاقة التقريبية $\overrightarrow{a_i} = \frac{\overrightarrow{v_{i+1}} - \overrightarrow{v_{i-1}}}{2.\tau}$ أحسب منظم متجهة التسارع $\overrightarrow{a_5}$.

.....

.....

.....

.....

5) مثل المتجهة $\overrightarrow{a_5}$ في النقطة G_5 باستعمال السلم $1cm \rightarrow 0,9m/s^2$

.....

.....

♦ **<u>تمثيل متجهة السرعة و التسارع في حالة حركة منحنية:</u>**

نربط الحامل الذاتي مع قطعة معدنية بواسطة خيط غير مرن ثم نرسله و نسجل حركة مركز قصوره G بعد ضبط مولد الشرارات على القيمة $\tau=60ms$ فنحصل على التسجيل أسفله.

6) أحسب سرعة الحامل الذاتي عند النقطتين G_4 و G_6.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7) مثل متجهتي السرعة $\overrightarrow{v_4}$ و $\overrightarrow{v_6}$ باعتبار السلم $1cm \rightarrow 0,15m/s$

.....

.....

.....

8) مثل المتجهة $\Delta\overrightarrow{v_5} = \overrightarrow{v_6} - \overrightarrow{v_4}$ في النقطة G_5.

.....

.....

.....

9) نعين التسارع باستعمال العلاقة $\overrightarrow{a_i} = \frac{\overrightarrow{v_{i+1}} - \overrightarrow{v_{i-1}}}{2.\tau}$

أحسب منظم متجهة التسارع $\overrightarrow{a_5}$.

.....

.....

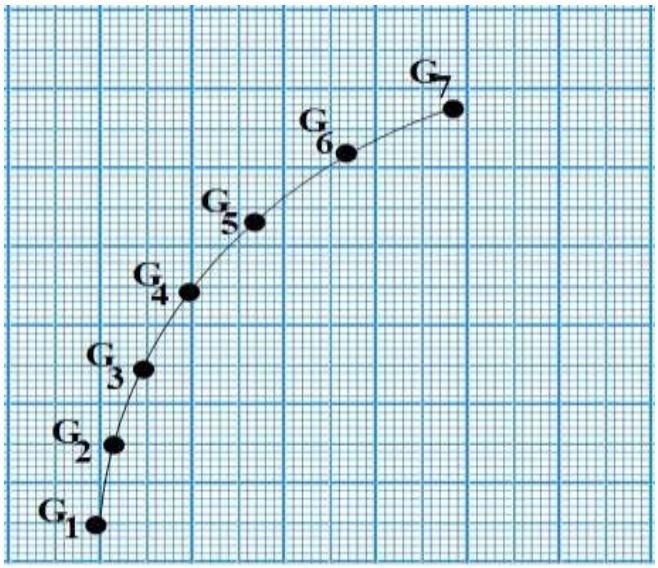
.....

.....

.....

.....

.....



10) مثل المتجهة $\overrightarrow{a_5}$ في النقطة G_5 باستعمال السلم

.....$1cm \rightarrow 0,9m/s^2$

II. الحركة المستقيمية.

1. الحركة المستقيمية المنتظمة:

أ. تعريف:

.....
.....
.....
.....

ب. المعادلة الزمنية للحركة:

في الحركة المستقيمية نختار معلم الفضاء $\mathbf{R(O;\vec{i})}$ منطبق مع مسار المتحرك بحيث تكتب متجهة الموضع كما يلي: $\mathbf{\overrightarrow{OM} = x.\vec{i}}$

.....
.....
.....
.....
.....

2. الحركة المستقيمية المتغيرة بانتظام:

أ. تعريف:

.....
.....
.....

ب. المعادلة الزمنية للحركة:

في الحركة المستقيمية نختار معلم الفضاء $\mathbf{R(O;\vec{i})}$ منطبق مع مسار المتحرك بحيث تكتب متجهة الموضع كما يلي: $\mathbf{\overrightarrow{OM} = x.\vec{i}}$

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

III. قوانين نيوتن.

1. القوى الداخلية و القوى الخارجية:

بعد تحديد المجموعة المدروسة تقسم القوى التي تم جردها إلى قسمين و هما:

- **القوى الداخلية:** هي القوى المطبقة من طرف جسم ينتمي إلى المجموعة المدروسة على جسم أخر ينتمي إلى المجموعة نفسها.
- **القوى الخارجية:** القوى المطبقة من طرف جسم لا ينتمي إلى المجموعة على جسم ينتمي إليها.

ملاحظات:

- .....
.....
- .....
.....

2. القانون الأول لنيوتن (مبدأ القصور):

نـــص الـــقـــانـــون

في م علم غاليلي، إذا كان مجموع القوى الخارجية المطبقة على جسم صلب يساوي الهتجهة المنعدمة $(\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \vec{0})$. فإن متجهة السرعة لمركز القصور G للجسم الصلب ثابتة $(\overrightarrow{v_G} = \overrightarrow{cte})$، أي إما أن يكون الجسم في حالة سكون $(\overrightarrow{v_G} = \vec{0})$ أو في حالة حركة مستقيمية منتظمة $(\overrightarrow{v_G} = \overrightarrow{cte} \neq \vec{0})$.

ملاحظة:

- المراجع التي يتحقق فيها مبدأ القصور هي وحدها التي تعتبر مراجع غـــالـــيـــلية بحيث أن أفضل مرجع غاليلي هو معلم كوبيرنيك (أصله منطبق مع مركز الشمس ومحاوره الثلاثة موجهة نحو ثلاثة نجوم ثابتة).
- كل مرجع في حركة مستقيمية منتظمة بالنسبة لمرجع كوبيرنيك يعتبر مرجعا غاليليا. (مثالا على ذلك المرجع المركزي الأرضي، والمرجع الأرضي و ذلك بالنسبة لحركات مددها قصيرة).

3. القانون الثاني لنيوتن (المبدأ الأساسي للتحريك):

نـــص الـــقـــانـــون

في مرجع غاليلي يساوي مجموع القوى الخارجية المطبقة على جسم صلب ، جداء كتلة هذا الجسم m ومتجهة تسارع مركز قصوره G، بحيث:

$$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m.\overrightarrow{a_G}$$

4. القانون الثلث لنيوتن (مبدأ التأثيرات المتبادلة):

نـــص الـــقـــانـــون

إذا كان جسمان A وB في تأثير بيني (بتماس أو عن بعد) بحيث يطبق الجسم A قوة $\overrightarrow{F_{A/B}}$على الجسم B، فإن الجسم B يطبق بدوره قوة $\overrightarrow{F_{B/A}}$ على الجسم A بحيث تتحقق العلاقة $\overrightarrow{F_{A/B}} = -\overrightarrow{F_{B/A}}$ سواء كان الجسمان A وB ساكنين أو متحركين.

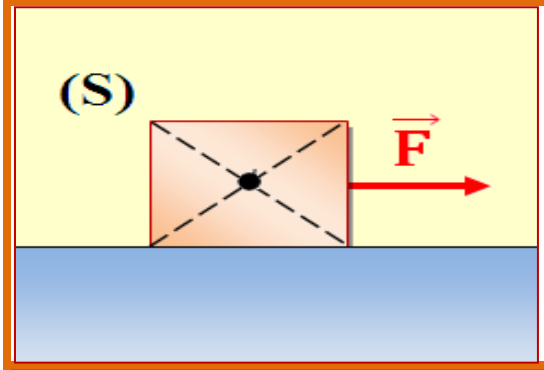
IV. تطبيقات للقانون الثاني لنيوتن.

مراحل تطبيق القانون الثاني لنيوتن:

- تحديد المجموعة المدروسة.
- جرد القوى الخارجية و تمثيلها على الشكل.
- كتابة العلاقة المتجهية المعبرة عن القانون الثاني لنيوتن بالنسبة المجموعة المدروسة.
- اختيار معلم متعامد ممنظم ملائم للدراسة.
- إسقاط العلاقة المعبرة عن قانون الثاني لنيوتن في هذا المعلم.
- الإجابة عن الأسئلة بالاعتماد على الإسقاطات.

1. حركة جسم صلب فوق مستوى أفقي بدون احتكاك:

الأسئلة



نعتبر جسما صلبا كتلته m=500g يتحرك بدون احتكاك فوق مستوى أفقي تحت تأثير قوة أفقية ثابتة $\vec{F}$ كما يبين الشكل جانبه شدتها F=5N. (g = 10N/kg)

1) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد تسارع الجسم.

2) بحذف تأثير الخيط على الجسم كيف تصبح حركة هذا الأخير؟

الأجوبة

2. حركة جسم صلب فوق مستوى أفقي باحتكاك:

الأسئلة

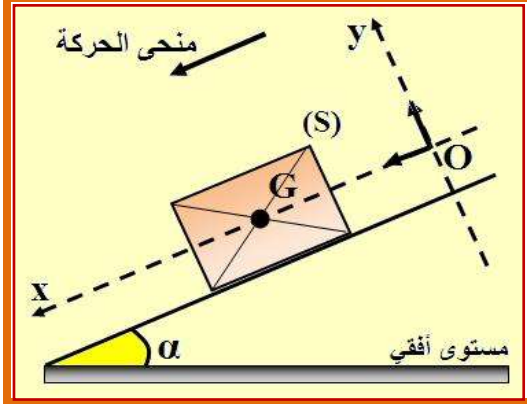
يتحرك جسم صلب (S) كتلته m=500g فوق سكة أفقية بفضل قوة ثابتة $\vec{F}$ لها نفس منحى الحركة و شدتها F=5N يتم التماس بين (S) و السكة باحتكاك، نماثل الاحتكاكات بقوة ثابتة $\vec{f}$ موازية للسكة و لها منحى معاكس لمنحى الحركة و شدتها $R_T=f=2N$. ($g = 10N/kg$)(نفس الشكل السابق)

1) مثل على تبيانة القوى المطبقة على (S) .
2) أوجد تعبير التسارع a_G بدلالة F وf وm ثم أحسب قيمته.
3) أوجد تعبير المركبة المنظمية R_N لتأثير السكة على الجسم بدلالة m وg ثم أحسب قيمتها.
4) أوجد تعبير R شدة القوى المطبقة من طرف السكة على الجسم (S) بدلالة m وg وf و أحسب قيمتها.
5) أوجد قيمة معامل الاحتكاك k، و استنتج زاوية الاحتكاك φ؟

الأجوبة

3. حركة جسم صلب فوق مستوى مائل بدون احتكاك:

الأسئلة



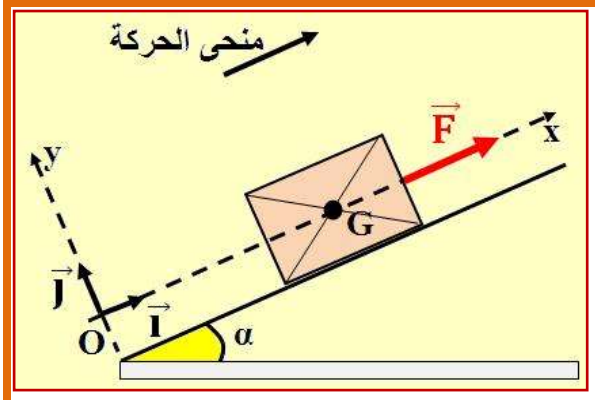
ينزلق جسم صلب كتلته $m=80kg$ فوق مستوى مائل بزاوية $\alpha=12°$ بالنسبة للخط الأفقي بدون احتكاك . نعطي $g=10m/s^2$.

1) تطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد تسارع الجسم.
2) استنتج طبيعة الحركة؟
3) أوجد شدة القوة المطبقة من طرف السطح المائل؟

الأجوبة

4. حركة جسم صلب فوق مستوى مائل باحتكاك:

الأسئلة



نجر جسما صلبا (S)كتلته $m=80kg$ فوق مستوى مائل بزاوية $\alpha=12°$ بواسطة حبل يطبق عليه قوة $\vec{F}$ ثابتة كما يبين الشكل نعطي: $g=10m/s^2$ و $a=2m/s^2$ و $k=0,25$. ينطلق الجسم بدون سرعة بدئية.

1) بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد قيمة R_N شدة المركبة المنظمية بتأثير سطح التماس، ثم استنتج قيمة R_T؟
2) أحسب شدة القوة $\vec{F}$ ؟
3) استنتج تعبير سرعة الجسم بدلالة الزمن.
4) أكتب بدلالة الزمن المعادلة الزمنية $x(t)$ لحركة مركز قصور الجسم باعتبار النقطة O هي موضع G عند اللحظة $t=0$.

الأجوبة