سلسلة تاج العلوم

الباز في العلوم الفيزيائية

الفيزياء

وفق البرنامج الجديد لوزارة التربية الوطنية

شعبة
علوم وتكنولوجيا

الأستاذ: خالفي جمال

1AS

الأولى ثانوي

قرطبة
دار قرطبة

قرطبة
دار قرطبة

ثانوية إسحاق محمد بن
رقم التسجيل:
تاريخ العرد:
تاريخ الوصول:
07/13
01/21

سلسلة تاج العلوم

الباز في العلوم الفيزيائية

الفيزياء

السنة أولى ثانوي

الأستاذ: جمال خالفي

دار قرطبة

كل الحقوق محفوظة

الطبعة الأولى

1426هـ - 2005م

رقم الإيداع القانوني: DL : 2005 –2394
ردمك: ISBN: 9961 - 812 – 01 - 8

دار قرطبة للنشر والتوزيع

قطعة 68، طريق المندرين. المحمدية - الجزائر
TEL : 061-50-17-63
Email : Kortoba_dz@hotmail.com

بسم الله الرحمن الرحيم

مُقَدِّمَة

يتضمن هذا الجزء الثاني على مجالين معرفيين في الفيزياء، وهما:
- الميكانيك.
- الظواهر الضوئية.

يحتوي كل مجال على وحدات تعلمية، حيث نجد في كل وحدة:
- ملخص للدرس.
- تمارين محلولة.
- تمارين مرفقة بأجوبة.

بالنسبة للمجال الأول، وفي جزئه الأول، يتضمن الكتاب على عدد من التسجيلات لحركة نقطة من جسم صلب. يرجى استعمال ورق شفاف لنقل المواضع المتتالية للنقطة المتحركة ثم يتم حساب البعد الحقيقي بين موضعين مأخوذين على الورق الشفاف بمطابقتهما مع الشريط الميليمتري (المصغر) المرفق لكل تسجيل وباستعمال السلم.

أتمنى أن يكون هذا العمل المتواضع وسيلة لتثبيت المعارف العلمية لدى الطلبة كما آمل أن يكون عونا للأساتذة.

أرحب بكل الإنتقادات والملاحظات التي يتفضل بها الأساتذة، ولما لا الطلبة، بتوجيهها إليّ عبر البريد الإلكتروني:

E-mail : Djamel_Khalfi@hotmail.com

المؤلف.

الميكانيك

الحركات والقوى

1- المسار:

مسار متحرك هي الأوضاع المتتالية التي يشغلها هذا المتحرك خلال الحركة.

2- السرعة:

السرعة V هي النسبة بين المسافة d المقطوعة والزمن t اللازم لقطعها.

$$V = \frac{d}{t}$$

الوحدات d: بـ (m)

t: بـ (s)

V: بـ (m/s)

ملاحظة:

تدعى هذه السرعة **السرعة المتوسطة**.

3- السرعة اللحظية:

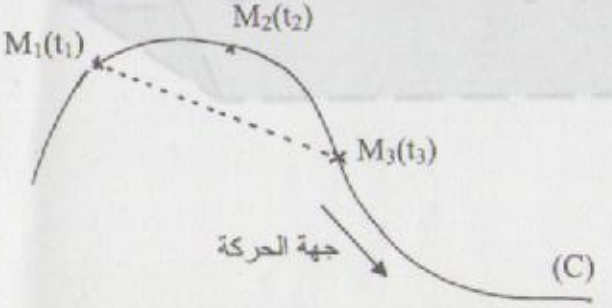
السرعة اللحظية لنقطة M متحركة من جسم صلب عند اللحظة t هي السرعة المتوسطة لهذه النقطة خلال مجال زمني قصير يحيط باللحظة t.

في الشكل التالي، M_1، M_2، M_3 هي مواضع نقطة من جسم صلب عند اللحظات t_1، t_2، t_3 على الترتيب، حيث:

$$t_3 - t_2 = t_2 - t_1 = \tau$$

τ: هو الفاصل الزمني بين موضعين متتاليين. (C) مسار المتحرك.

سرعة المتحرك عند اللحظة t_2 هي V_2 حيث:



$$V_2 \approx \frac{M_1M_3}{t_3 - t_1}$$

4- أنواع الحركات:

أ- **الحركة المنتظمة:** هي الحركة التي تبقى خلالها السرعة اللحظية ثابتة.

ب- **الحركة المتسارعة:** هي الحركة التي تزداد خلالها قيمة السرعة اللحظية مع مرور الزمن.

ج- **الحركة المتباطئة:** هي الحركة التي تتناقص خلالها قيمة السرعة اللحظية مع مرور الزمن.

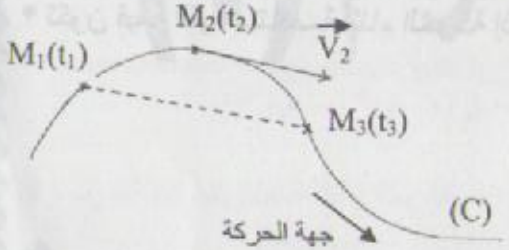
5- التصوير المتعاقب: (La chronophotographie)

هو التقاط صور لجسم صلب متحرك خلال فترات زمنية قصيرة ومتعاقبة ومتساوية. تسمح هذه الطريقة بتحديد المواضع المتتالية للجسم المتحرك وتعيين مسار نقطة منه (مسار مستقيم، مسار دائري، مسار منحن) ومعرفة طبيعة الحركة على المسار (منتظمة، متسارعة، متباطئة) من خلال تطور قيمة السرعة اللحظية.

6- شعاع السرعة:

بغرض الوصف الدقيق لحالة الحركة لنقطة M متحركة عند لحظة (t)، نحدّد إتجاه (منحى) المسار وجهة الحركة على هذا المسار، وقيمة السرعة عند اللحظة (t). لهذا، نُنمذج سرعة المتحرك في لحظة (t) بشعاع السرعة $\overrightarrow{V(t)}$.

مثال:



M_1، M_2، M_3 المواضع المتتالية للنقطةM خلال فترات زمنية متعاقبة ومتساوية على المسار (C).

يتميز شعاع السرعة في الموضع M_2 بما يلي:

- مبدؤه: هو الموضع M_2
- الإتجاه: المماس للمسار (C) عند اللحظة (t_2) اي إتجاه المستقيم (M_1M_3).
- الجهة: جهة الحركة.
- القيمة: $V_2 \approx \frac{M_1M_3}{t_3 - t_1}$

حيث t_3-t_1 مجال زمني قصير جدّا.

- إذا كان الفاصل الزمني بين موضعين متتالين هو τ فإن:

$t_3 - t_1 = 2\tau$ ، وعبارة السرعة اللحظة في M_2 تصبح:

$$V_2 \approx \frac{M_1M_3}{2\tau}$$

ملاحظة:

نحصل على نتائج دقيقة فيما يتعلق بقيمة السرعة اللحظيةV_2 كلما كان، بين موضعين متتاليين، إنحناء المسار ضعيفا والفاصل الزمني قصيراً.

1- المسار:

مسار متحرك هي الأوضاع المتتالية التي يشغلها هذا المتحرك خلال الحركة.

2- السرعة:

السرعة V هي النسبة بين المسافة d المقطوعة والزمن t اللازم لقطعها.

$$V = \frac{d}{t}$$

الوحدات d: بـ (m)

t: بـ (s)

V: بـ (m/s)

ملاحظة:

تدعى هذه السرعة **السرعة المتوسطة**.

3- السرعة اللحظية:

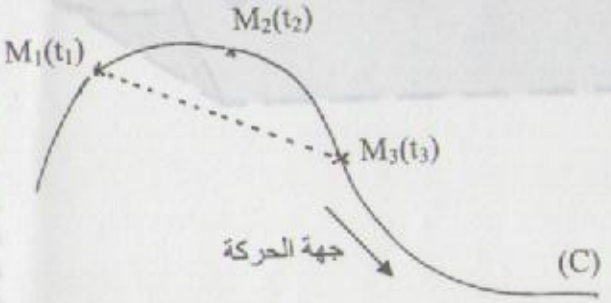
السرعة اللحظية لنقطة M متحركة من جسم صلب عند اللحظة t هي السرعة المتوسطة لهذه النقطة خلال مجال زمني قصير يحيط باللحظة t.

في الشكل التالي، M_1، M_2، M_3 هي مواضع نقطة من جسم صلب عند اللحظات t_1، t_2، t_3 على الترتيب، حيث:

$$t_3 - t_2 = t_2 - t_1 = \tau$$

τ: هو الفاصل الزمني بين موضعين متتاليين. (C) مسار المتحرك.

سرعة المتحرك عند اللحظة t_2 هي V_2 حيث:



$$V_2 \approx \frac{M_1M_3}{t_3 - t_1}$$

4- أنواع الحركات:

أ- الحركة المنتظمة: هي الحركة التي تبقى خلالها السرعة اللحظية ثابتة.

ب- الحركة المتسارعة: هي الحركة التي تزداد خلالها قيمة السرعة اللحظية مع مرور الزمن.

جـ- الحركة المتباطئة: هي الحركة التي تتناقص خلالها قيمة السرعة اللحظية مع مرور الزمن.

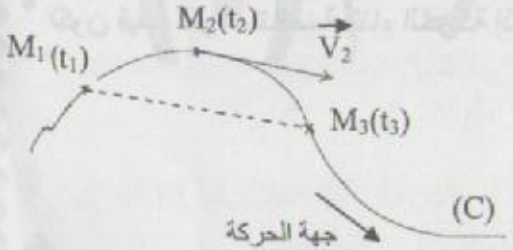
5- التصوير المتعاقب: (La chronophotographie)

هو التقاط صور لجسم صلب متحرك خلال فترات زمنية قصيرة ومتعاقبة ومتساوية. تسمح هذه الطريقة بتحديد المواضع المتتالية للجسم المتحرك وتعيين مسار نقطة منه (مسار مستقيم، مسار دائري، مسار منحن) ومعرفة طبيعة الحركة على المسار (منتظمة، متسارعة، متباطئة) من خلال تطور قيمة السرعة اللحظية.

6- شعاع السرعة:

بغرض الوصف الدقيق لحالة الحركة لنقطة M متحركة عند لحظة (t)، نحدد إتجاه (منحى) المسار وجهة الحركة على هذا المسار، وقيمة السرعة عند اللحظة (t). لهذا، نُنمذج سرعة المتحرك في لحظة (t) بشعاع السرعة $\overrightarrow{V(t)}$.

مثال:



M_1، M_2، M_3 المواضع المتتالية للنقطةM خلال فترات زمنية متعاقبة ومتساوية على المسار (C).

يتميز شعاع السرعة في الموضع M_2 بما يلي:

- مبدؤه: هو الموضع M_2
- الإتجاه: المماس للمسار (C) عند اللحظة (t_2) اي إتجاه المستقيم (M_1M_3).
- الجهة: جهة الحركة.
- القيمة: $V_2 \approx \frac{M_1M_3}{t_3 - t_1}$

حيث t_3-t_1 مجال زمني قصير جدا.

- إذا كان الفاصل الزمني بين موضعين متتالين هو τ فإن:

$t_3 - t_1 = 2\tau$ ، وعبارة السرعة اللحظة في M_2 تصبح:

$$V_2 \approx \frac{M_1M_3}{2\tau}$$

ملاحظة:

نحصل على نتائج دقيقة فيما يتعلق بقيمة السرعة اللحظية V_2 كلما كان، بين موضعين متتالين، إنحناء المسار ضعيفا والفاصل الزمني قصيرا.

7- مبدأ العطالة:

يحافظ كل جسم على سكونه أو حركته المستقيمة المنتظمة إذا لم تتدخل قوة لتغيير حالته الحركية.

ملاحظة:

لا تتغير الحالة الحركية للجسم إذا كان لا يخضع لأية قوة (**معزول**) أو يخضع لقوى تتعادل (**شبه معزول**).

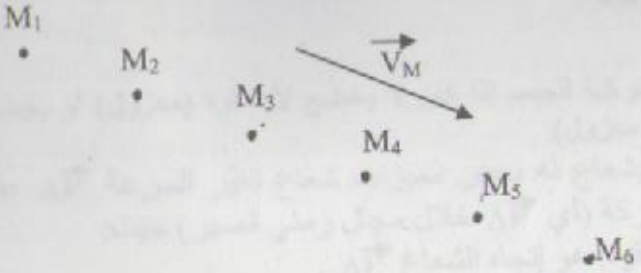
- تَتَمَذَجُ القوة بشعاع له بعض مُميزات شعاع تغيُر السرعة $\Delta\vec{V}$ عند لحظة (t) من الحركة (أي $\Delta\vec{V}$ خلال مجال زمني قصير) حيث:
- إتجاه (منحى) القوة: هو إتجاه الشعاع $\Delta\vec{V}$.
- جهة القوة: هي جهة الشعاع $\Delta\vec{V}$.
- قيمة القوة:

* تكون القوة ثابتة أثناء الحركة إذا كانت قيمة $\Delta\vec{V}$ ثابتة.
* تكون قيمة القوة متزايدة أثناء الحركة إذا ازدادت قيمة $\Delta\vec{V}$.
* تكون قيمة القوة متناقصة أثناء الحركة إذا انخفضت قيمة $\Delta\vec{V}$.

الوحدة رقم (1)

القوة والحركات المستقيمة

1- الحركة المستقيمة المنتظمة:



M_1، M_2 ، ... ، M_6 المواضع المتتالية لنقطة M من جسم صلب خلال مجالات زمنية متعاقبة ومتساوية كل منها τ .

نلاحظ أن:

- النقاط M_1، M_2 ، ... ، M_6 على استقامة واحدة: نقول أن مسار M مستقيم.
- المسافات المقطوعة بين تسجيلين متتاليين متساوية:

$$M_1M_2 = M_2M_3 = \ldots = M_5M_6$$

إذن سرعة M تبقى ثابتة أثناء الحركة:

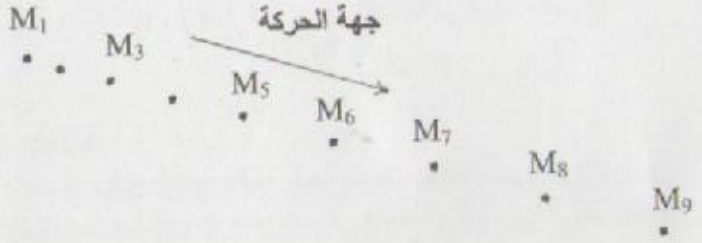
$$\frac{M_1M_2}{\tau} = \frac{M_2M_3}{\tau} = \ldots = \frac{M_5M_6}{\tau} = V_M$$

- خلال حركة مستقيمة منتظمة يبقى شعاع السرعة $\vec{V}$ ثابتا:

أي أن $\vec{V}$ يحافظ على إتجاهه وجهته وقيمته.

- حسب مبدأ العطالة، الجسم الصلب لا يخضع لأية قوة أو أنه يخضع إلى قوى متعادلة لأن حركته مستقيمة منتظمة.

2- الحركة المستقيمة المتسارعة:



M_1، M_2 ، ... ، M_9 هي الأوضاع المتتالية لحركة نقطة M من جسم صلب خلال فترات زمنية متعاقبة ومتساوية كل منها يدوم τ .

نلاحظ أن:

- النقاط M_1 على استقامة واحدة: مسار M مستقيم.
- المسافات المقطوعة بين تسجيلين متتاليين غير متساوية:

$$M_1M_2 < M_2M_3 < \ldots$$

أي أن:

$$V_{M2} = \frac{M_1M_3}{2\tau} \langle V_{M3} = \frac{M_2M_4}{2\tau} \langle V_{M4} = \frac{M_3M_5}{2\tau} \langle \ldots$$

سرعة M(V_M) تتزايد مع مرور الزمن، نقول أن حركة M **متسارعة**.

* خلال حركة مستقيمة متسارعة يحافظ شعاع السرعة على جهته واتجاهه بينما قيمته تتزايد.

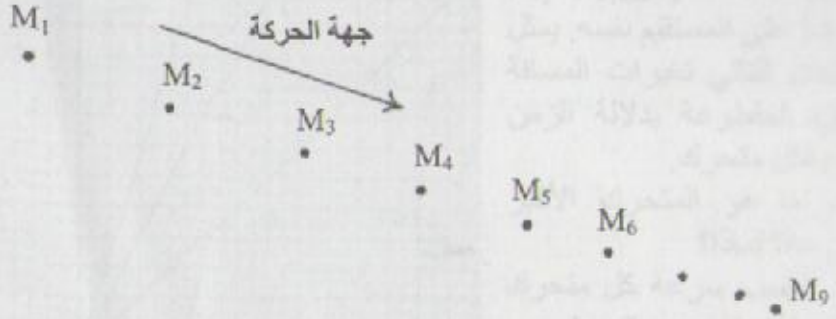
* حسب مبدأ العطالة، يخضع الجسم الصلب إلى قوة مؤثرة لأن حركته ليست مستقيمة منتظمة.

- نستنتج بعض مميزات هذه القوة اعتباراً من إنشاءات شعاع تغير للسرعة $\Delta\vec{V}_{Mi}$ في مواضع مختلفة من المسار.

* نجد، في هذه الحركة، أن:

- إتجاه القوة: هو المستقيم الحامل للمسار.
- جهة القوة: هي جهة الحركة لأن $\Delta\vec{V}_{Mi}$ له جهة الحركة.
- قيمة القوة: إما ثابتة وإما متغيرة.

3- الحركة المستقيمة المتباطئة:



نلاحظ في هذا التسجيل أن النقاط M_1، M_2 ، ... ، M_9 على استقامة واحدة والمسافات المقطوعة بين تسجيلين متتاليين غير متساوية:

$M_1M_2 \rangle M_2M_3 \rangle M_3M_4 \ldots$

أي أن:

$$V_{M2} = \frac{M_1M_3}{2\tau} \rangle V_{M3} = \frac{M_2M_4}{2\tau} \rangle V_{M4} = \frac{M_3M_5}{2\tau} \rangle \ldots$$

سرعة M تتناقص مع مرور الزمن، نقول أن حركة M **متباطئة**.

* خلال حركة مستقيمة متباطئة يحافظ شعاع السرعة على جهته وإتجاهه بينما قيمته تتناقص.

* حسب مبدأ العطالة، يخضع الجسم الصلب إلى قوة مؤثرة لأن حركته ليست مستقيمة منتظمة.

* إنشاءات شعاع تغيُر السرعة $\Delta\vec{V}_{Mi}$ في مواضع مختلفة من المسار تسمح باستنتاج بعض مميزات القوة المؤثرة، ومنها:

- الإتجاه: هو المسار المستقيم للحركة.
- الجهة: عكس جهة الحركة لأن $\Delta\vec{V}_{Mi}$ لها جهة معاكسة للحركة.
- القيمة: قيمة القوة إما ثابتة وإما متغيرة.

تمارين

تمرين 1:

عبّر عن السرعات التالية بـ (m/s):

90 Km/h، 60 cm/s، 180 m/mn ، 4 cm/τ حيث τ = 40 ms

تمرين 2:

قطع راجل، بحركة مستقيمة منتظمة، 8,70 km خلال 1 h 27 mn .

ما هي سرعته مقدرة بـ km/h وبـ m/s ؟

تمرين 3:

يجتاز راجل، على طريق مستقيم، 7 km خلال 2h 13 mn، يتوقف لمدة 25mn ويستغرق 2h 40 mn للرجوع إلى موضع انطلاقه.

ما هي السرعة المتوسطة للراجل مقدرة بـ km/h وبـ m/s ؟

تمرين 4:

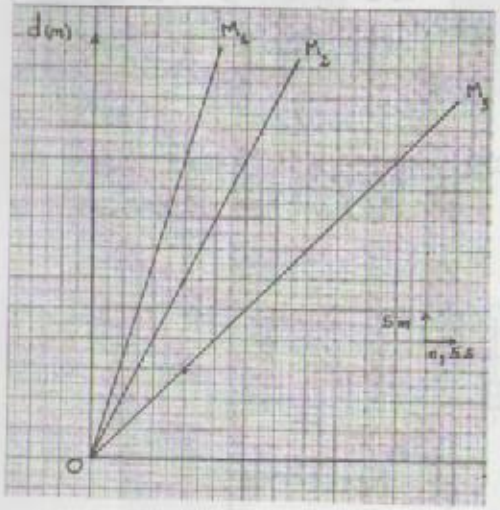
تسير سيارة على طريق مستقيم. يُشير عداد سرعتها إلى 94 km/h لمدة 2mn 30s .

ما هي خلال هذا المجال الزمني:

1- طبيعة حركة السيارة؟

2- المسافة المقطوعة؟

تمرين 5:



ينتقل ثلاثة متحركين M_1، M_2، M_3 على المستقيم نفسه. يمثل الشكل التالي تغيرات المسافة (d) المقطوعة بدلالة الزمن (t) لكل متحرك.

1- ما هو المتحرك الأكبر سرعة؟ لماذا؟

2- أحسب سرعة كل متحرك مقدرة بـ m/s وبـ km/h .

تمرين 6:

الوثائق I ، II ، III (صفحة 17)، تُمثل تسجيلات متعاقبة لمركز جسم صلب يتحرك من اليسار نحو اليمين.

كل وثيقة مرفقة بسلم المسافات والفاصل الزمني τ بين تسجيلين متتاليين.

1- في الوثيقة I، A_0 تمثل موضع المركز A لجسم صلب عند بداية التسجيل المتعاقب.

أ- ما هي طبيعة حركة A ؟ علّل ذلك.

ب- أرسم شعاع السرعة في المواضع A_1، A_3، A_5 .

سُلّم التمثيل: $1cm \longrightarrow 0,05\ m/s$

جـ- هل توجد قوة مؤثرة في حركة الجسم الصلب حسب هذه الوثيقة؟ علّل.

2- في الوثيقة II ، B_0 تُمثل موضع المركز B لجسم صلب ثاني عند بداية التسجيل.

أ- ما هي طبيعة حركة B ؟ علّل.

ب- عيّن السرعة اللحظية في المواضع B_2، B_3، B_4، B_5 .

جـ- مثّل شعاع تغير السرعة في الموضعين B_3، B_4 وأحسب قيمته عند كل موضع. ماذا تلاحظ؟

سُلّم التمثيل: $1\ cm \longrightarrow 0,1 m/s$

د- بيّن أنه، حسب هذه الوثيقة، توجد قوة مؤثرة في حركة الجسم الصلب.

3- في الوثيقة III، C_0 تمثل موضع المركز C لجسم صلب ثالث عند بداية التسجيل.

أ- ما هي طبيعة حركة C ؟ علّل .

ب- عيّن قيمة السرعة اللحظية في الأوضاع C_3، C_4، C_5، C_6، C_7 .

جـ- مثّل شعاع تغير السرعة $\overrightarrow{\Delta V}$ في الموضعين C_4، C_6 ، وأحسب قيمته ماذا تلاحظ؟

سُلّم التمثيل: $1\ cm \longrightarrow 0,25\ m/s$

د- ما هي مميزات القوة المؤثرة في الجسم حسب هذا التسجيل.

تمرين 7:

أعطى التسجيل المتعاقب لنقطة من جسم صلب يتحرك من اليسار نحو اليمين (الوثيقة IV صفحة 17) الأوضاع المتتالية والمرقمة 0، 1، 2، ... ، 6، 7، التي تشغلها هذه النقطة خلال فترات زمنية متعاقبة ومتساوية كل منها يساوي τ.

اعتباراً من هذه الوثيقة أجب على ما يلي:

1- حدّد طبيعة الحركة مع التعليل.

2- أحسب قيمة شعاع السرعة في الأوضاع 2، 3، 4، 5، 6.

3- مثل شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ في الوضعين 3، 5. وأحسب قيمته عند هذين الموضعين. ماذا تلاحظ؟

سُلّم التمثيل: $1\ cm \longrightarrow 0,1\ m/s$

4- استنتج مميزات القوة المؤثرة في الجسم الصلب أثناء حركته.

تمرين 8:

يُرسل جسم متحرك ومضات ضوئية متتالية خلال مجالات زمنية متعاقبة ومتساوية كل منها $\tau = 0,4s$

الموضع الأول M_0 يوافق الومضة الأولى (شكل-1- صفحة 19)

الموضع الثاني M_1 يوافق الومضة الثانية،...، الموضع M_{11} يوافق الومضة الثانية عشر.

1- ما هو شكل مسار الجسم المتحرك؟

2- ما هي المدة t للحركة بين لحظة إرسال الومضة الأولى ولحظة إرسال الومضة الثانية عشر؟

3- ما هي المسافة d المقطوعة من طرف الجسم خلال المدة t ؟

4- ماذا تدعى النسبة $\frac{d}{t}$ في هذه الحركة؟ أحسب قيمتها.

5- ما هو عدد مراحل الحركة؟

6- حدّد بالنسبة لكل مرحلة:

أ- طبيعة الحركة.

ب- مدتها وزمني بدايتها ونهايتها، علما أن المرحلة الأولى تبدأ عند $t = 0$.

جـ- قيمة شعاع تغير السرعة في موضعين متتاليين. ماذا تلاحظ؟

د- مميزات القوة المؤثرة في الجسم المتحرك.

7- أرسم مخطط السرعة لهذه الحركة.

السلم: $1cm \longrightarrow 0,25\ s$ ، $1cm \longrightarrow 0,8\ m/s$

شكل -1-

شكل -2-

شكل -3-

تمرين 9:

يُمثل شكل 2 (صفحة 19) المواضع المختلفة لنقطة من جسم صلب متحرك التقطت بآلة تصوير تأخذ صوراً متعاقبة كل 20 ms ، ورُقمت المواضع كما هو موضح في الشكل. جهة الحركة من اليمين نحو اليسار.

1- ما هو شكل مسار النقطة المتحركة؟

2- ما هو عدد مراحل الحركة؟ وما هي طبيعة الحركة ومدتها في كل مرحلة؟

3- أحسب سرعة الجسم في المواضع 1، 2، 4، 5، 6.

4- في أية مرحلة من مراحل الحركة توجد قوة مؤثرة في حركة الجسم؟ علل ذلك.

5- مثل شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ عند الموضعين 4، 5 وأحسب قيمته الجبرية. ماذا تلاحظ؟

سلم التمثيل: $1\text{ cm} \longrightarrow 0{,}2\text{ m/s}$

6- استنتج مميزات القوة المؤثرة في الجسم.

7- استنتج سرعة الجسم في الموضعين رقم 0 ورقم 7.

تمرين 10:

التصوير المتعاقب لنقطة P من جسم متحرك أعطى الأوضاع المتتالية P_1، P_2، ... P_7 (شكل 3 – صفحة 19). المدة بين تسجيلين متعاقبين $\tau = 50ms$.

1- ما هي طبيعة حركة P ؟ علل.

2- أحسب السرعة المتوسطة لـ P بين اللحظات t_1 و t_3، t_3 و t_5، t_5 و t_7.

3- ماذا تمثل كل سرعة من هذه السرعات؟

4- أرسم شعاع السرعة عند اللحظات t_2، t_4، t_6.

سُلم الرسم: $1\text{ cm} \longrightarrow 0{,}25\text{ m/s}$

5- هل توجد قوة تؤثر في حركة الجسم؟ حدّد بعض مميزاتها.

تمرين 11:

قُمنا بتسجيل قيم السرعة التي تظهر على عداد السرعة لسيارة تسير على طريق مستقيم، وذلك، اعتبارا من لحظة $t = 0$.

t(s)	0	1	2	3	4	5	6
V(m/s)	15	16,8	18,6	20,4	22,2	24,0	25,8

1- ما هي طبيعة الحركة؟

2- أرسم المنحنى $V = f(t)$

سلم الرسم: $1\text{ cm} \longrightarrow 1\text{ m/s}$ ، $1\text{cm} \longrightarrow 0{,}4\text{s}$

ماذا تلاحظ؟

أ- أوجد العلاقة التي تربط السرعة (V) بالزمن (t).

ب- أوجد القيمة العددية لشعاع تغير السرعة خلال 1s.

تمرين12:

يمُر جسم صلب بالنقاط M_0، M_1، M_2، M_3، M_4، M_5 متجها من M_0 نحو M_5. أثناء الحركة هذه يبقى شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ ثابتا.

1- استنتج:

أ- خصائص القوة المؤثرة في الجسم.

ب- شكل المسار.

جـ- طبيعة الحركة، علما أن $\Delta\vec{V}$ له نفس جهة الحركة.

2- يستغرق الجسم الصلب نفس المدة الزمنية (τ) لقطع كل مسافة من المسافات M_0M_1، M_1M_2، M_2M_3، M_3M_4، M_4M_5.

3- تعطى سرعة مرور الجسم بالنقطة M_5 : $V_5 = 2{,}7\text{ m/s}$.

أ- عيّن سرعة الجسم في الموضع M_0.

ب- استنتج السرعات V_1، V_2، V_3، V_4 في المواضع M_1، M_2، M_3، M_4 على الترتيب.

جـ- مثل الأوضاع المتتالية M_0 ، M_1 ، ... ، M_5 لحركة هذا الجسم والتي نتحصل عليها بالتصوير المتعاقب، علما أن الصورة الأولى تُأخذ في الموضع M_0 والصورة السادسة في الموضع M_5.

يتم التصوير كل $\tau = 60\text{ms}$ وأن $M_0M_5 = 23{,}4\text{ cm}$.

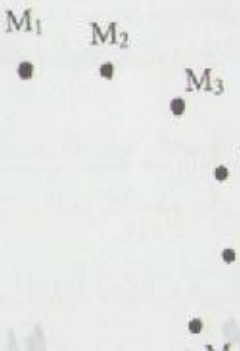
السُلم: $1\text{ cm} \longrightarrow 0{,}025\text{ m}$.

الوحدة رقم (2)

القوة والحركات المنحنية

1- الحركة الدائرية المنتظمة:

M_1، M_2، ... ، M_7 هي المواضع المتتالية لمركز جسم صلب خلال مجالات زمنية متساوية ومتعاقبة.



النقاط M_1، M_2، ... ، M_7 تنتمي إلى دائرة.

- المسافات المقطوعة بين موضعين متتاليين متساوية:

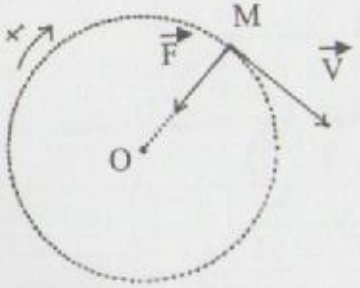
$$\overset{\frown}{M_1M_2} = \overset{\frown}{M_2M_3} = \ldots = \overset{\frown}{M_6M_7}$$

- في حركة دائرية منتظمة يتميز شعاع السرعة بما يلي:

* المبدأ: موضع المتحرك عند اللحظة t.
* الاتجاه: هو المستقيم المماس للمسار عند كل لحظة.
* الجهة: هي جهة الحركة.
* الطويلة (قيمة السرعة): تبقى ثابتة أثناء الحركة.

- حسب مبدأ العطالة، يخضع مركز الجسم الصلب إلى قوة مؤثرة لأن حركته ليست مستقيمة منتظمة. تُستنتج مميزات هذه القوة اعتبارا من إنشاءات شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ في مواضع مختلفة من المسار الدائري. نجد أن:

* نقطة تأثير القوة: موضع المتحرك عند اللحظة t.
* إتجاه القوة: هو المستقيم العمودي على المسار الدائري لمركز الجسم عند كل لحظة والمار بمركز المسار.
* الجهة: القوة موجهة نحو مركز المسار الدائري.
* الشدة: (قيمة القوة): ثابتة أثناء الحركة.



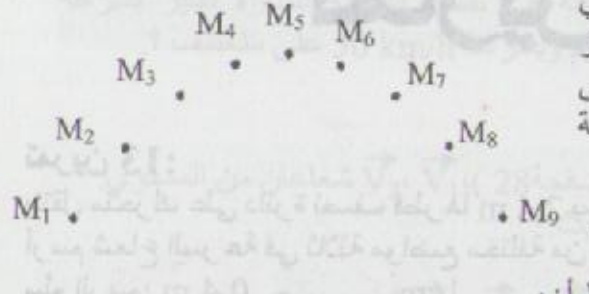
تمثيل شعاع السرعة وشعاع القوة $\vec{F}$ في حركة دائرية منتظمة.

O : هو مركز المسار الدائري.

M : موضع مركز جسم عند لحظة t .

2- الحركة المنحنية:

مثال: حركة مركز كرة مقذوفة نحو الأعلى.



M_1، M_2 ، ... ، M_9 هي المواضع المتتالية لمركز كرة مقذوفة نحو الأعلى خلال مجالات زمنية متعاقبة ومتساوية.

- النقاط المتتالية تنتمي إلى منحني (قطع مكافئ).

- أثناء صعود الكرة نلاحظ أن:

$$M_1M_2 > M_2M_3 > M_3M_4 > M_4M_5$$

إذن حركة مركز الكرة متباطئة أثناء الصعود.

- أثناء نزول الكرة نلاحظ أن:

$$M_5M_6 < M_6M_7 < M_7M_8 < M_8M_9$$

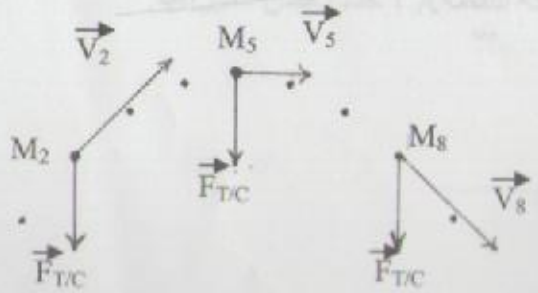
إذن حركة مركز الكرة متسارعة أثناء النزول.

- حركة مركز الكرة المقذوفة ليست مستقيمة منتظمة، حسب مبدأ العطالة، يخضع مركز الكرة إلى قوة مؤثرة رمزها $\vec{F}_{T/C}$ تدعى قوة جذب الأرض (T) لمركز الكرة (C).

- نستنتج مميزات هذه القوة من إنشاءات شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ في مواضع مختلفة من المسار. نجد أن:

* نقطة تأثير القوة: مركز الكرة.
* إتجاه القوة: هو الشاقول المار بموضع مركز الكرة عند اللحظة t .
* جهة القوة: من الأعلى نحو الأسفل.
* الشدة (قيمة القوة): ثابتة وتساوي قوة جذب الأرض للكرة.

تمثيل شعاع السرعة وشعاع القوة في مواضع مختلفة من المسار هو كالتالي:



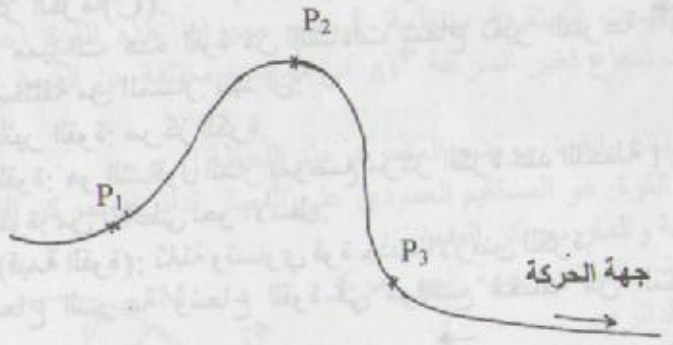
تمارين

تمرين 13:

ينتقل متحرك على دائرة نصف قطرها 2,4 m بسرعة V= 3,7 m/s.
أرسم شعاع السرعة في ثلاثة مواضع مختلفة من المسار.
سلم الرسم: 1cm ⟶ 0,4 m ، 1cm ⟶ 1m/s

تمرين 14:

يُبين الشكل مسار مركز سيارة تسير على طريق منحن بسرعة 40 km/h.
مثل شعاع السرعة لمركز السيارة في المواضع P_1، P_2، P_3.
سلم التمثيل: 1 cm ⟶ 10 km/h.



تمرين 15:

هل يمكن القول بأن السرعة هي نفسها بالنسبة لسيارة تسير بسرعة 50km/h على طريق مستقيم وبسرعة 50 km/h على منعطف ؟.

تمرين 16:

في الأشكال 1، 2، 3، 4 (صفحة28)، $\vec{V_1}$، $\vec{V_2}$ شعاعان من المستوي.
نعتبر الشعاعين $\vec{V}$ و $\Delta\vec{V}$ حيث:

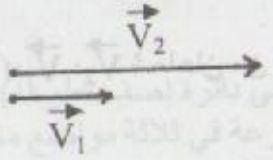
$$\Delta\vec{V} = \vec{V_2} - \vec{V_1} \quad ، \quad \vec{V} = \vec{V_1} + \vec{V_2}$$

مثل، في كل حالة، الشعاعين $\vec{V}$ و $\Delta\vec{V}$ وأحسب طول كل واحد منهما.

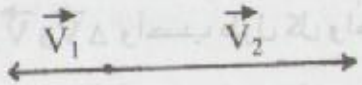
تمرين 17:

يُمثل الشكل (صفحة29) الأوضاع المتتالية لنقطةA من جسم صلب يتحرك على دائرة مركزها O خلال مجالات زمنية متعاقبة ومتساوية كل منها τ.
1- ما هي طبيعة حركة النقطة A ؟ حدّد سرعتها.
2- مثل شعاع السرعة في الأوضاع A_2، A_5، A_7.
سلم التمثيل: 1 cm ⟶ 0,25 m/s
3- مثل في الوضعين A_3، A_6 شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$.
سلم التمثيل: 1 cm ⟶ 0,25 m/s
4- قارن حامل (إتجاه) $\Delta\vec{V_3}$ مع المستقيم (OA_3) وحامل $\Delta\vec{V_6}$ مع المستقيم (OA_6). ماذا تلاحظ؟ وماذا تستنتج؟
5- أحسب، بيانيا، قيمة شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ في الوضعين A_3، A_6. ماذا تلاحظ؟
6- هل توجد قوة تؤثر في حركة النقطةA ؟ حدّد بعض مميزاتها.

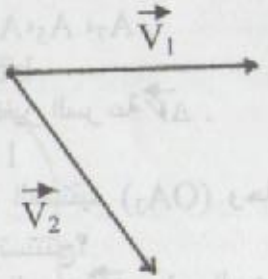
شكل -1-

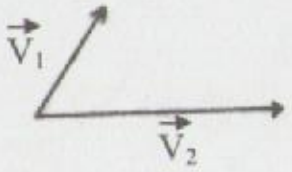


شكل -2-

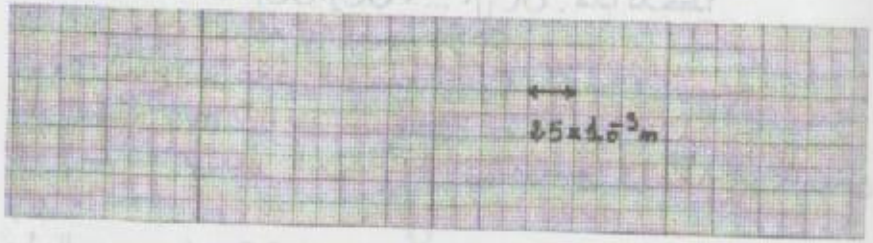


شكل -3-



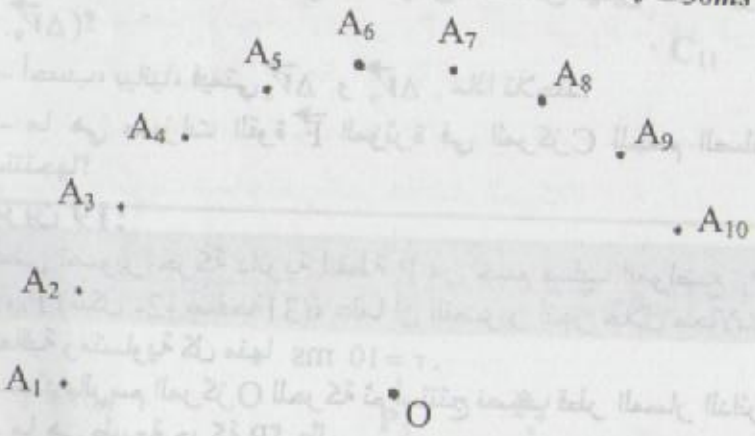


شكل -4-



جهة الحركة

$\tau = 50ms$



تمرين 18:

C_1، C_2، ... ، C_{11} (شكل -1- صفحة31) هي المواضع المتتالية التي يمر بها المركز C لجسم صلب يتحرك على طاولة هوائية حول نقطة ثابتة O، حيث تفصل نفس المدة الزمنية $\tau = 40$ ms بين تسجيل موضعين متعاقبين.

1- أحسب المسافات OC_1، OC_2 ، ... ، OC_{11} . ماذا تلاحظ؟

2- ما هي طبيعة حركة C ؟ أحسب سرعته.

3- مثل شعاع السرعة في المواضع C_3، C_5، C_8، C_{10} .

سلم التمثيل: 1cm ⟶ 0,2 m/s

4- أرسم شعاعي تغيُر السرعة $\Delta\vec{V}_4$ في الموضع C_4 و $\Delta\vec{V}_9$ في الموضع C_9.

سلم الرسم: 1 cm ⟶ 0,2 m/s

5- نحو أية نقطة خاصة يمر المستقيمان الحاملان لهذين الشعاعين ($\Delta\vec{V}_4$ و $\Delta\vec{V}_9$)؟

6- أحسب، بيانيا، قيمتي $\Delta\vec{V}_4$ و $\Delta\vec{V}_9$. ماذا تلاحظ؟

7- ما هي مميزات القوة $\vec{F}$ المؤثرة في المركز C للجسم الصلب التي تستنتجها؟

تمرين 19:

أعطى تصوير حركة دائرية لنقطة P من جسم صلب المواضع P_1، P_2، ... P_6 (شكل -2- صفحة31)، علما أن التصوير أنجز خلال مجالات زمنية متعاقبة ومتساوية كل منها $\tau = 10$ ms .

1- حدّد بالرسم المركز O للحركة ثم أستنتج نصف قطر المسار الدائري.

2- ما هي طبيعة حركة P؟ علل.

3- أحسب سرعة P في المواضع P_2، P_3، P_4، P_5 .

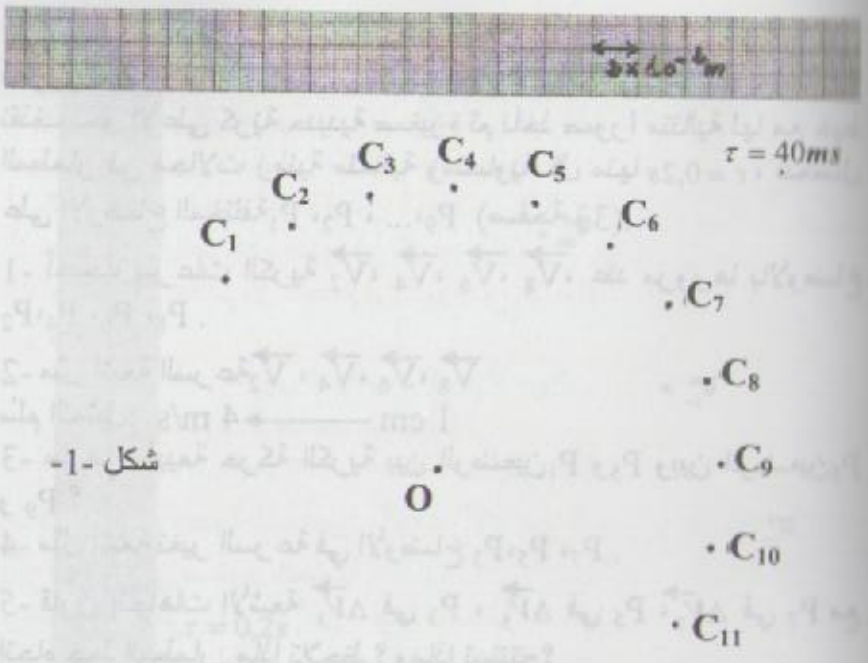
4- أرسم شعاع تغير السرعة $\Delta\vec{V}$ في الموضعين P_3، P_4 .

سلم التمثيل: 1 cm ⟶ 0,8 m/s

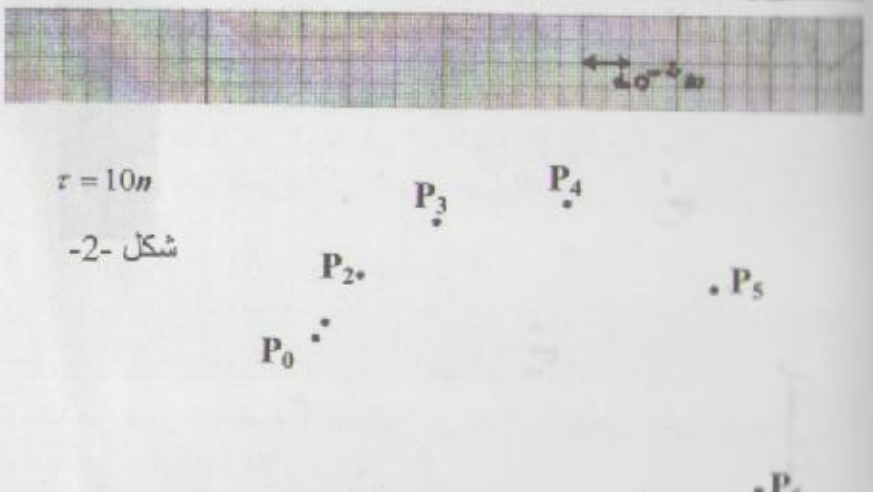
5- نرمز بـ $\Delta\vec{V}_t$ إلى شعاع تغير السرعة على المماس في نقطة من المسار، ونرمز بـ $\Delta\vec{V}_n$ إلى شعاع تغيُر السرعة العمودي للماس في نفس النقطة من المسار.

أ- أحسب قيمتي $\Delta\vec{V}_t$ و $\Delta\vec{V}_n$ في كل من الموضعين P_2، P_4 .

ب- ما هي مميزات القوة المطبقة على P ؟



شكل -1-



شكل -2-

تمرين 20:

نقذف نحو الأعلى كرية حديدية صغيرة ثم نأخذ صورا متتالية لها مع خيط المطمار في مجالات زمنية متعاقبة ومتساوية كل منها $\tau = 0,2s$، فنحصل على الأوضاع المختلفة P_1، P_2، ... ، P_9 (صفحة 33).

1- أحسب سرعات الكرية $\vec{V}_2$، $\vec{V}_4$، $\vec{V}_6$، $\vec{V}_8$، عند مرورها بالأوضاع P_2، P_4، P_6، P_8.

2- مثل أشعة السرعة $\vec{V}_2$، $\vec{V}_4$، $\vec{V}_6$، $\vec{V}_8$

سلم التمثيل: $1\ cm \longrightarrow 4\ m/s$

3- ما هي طبيعة حركة الكرية بين الوضعين P_1 و P_5 وبين الوضعين P_5 و P_9 ؟

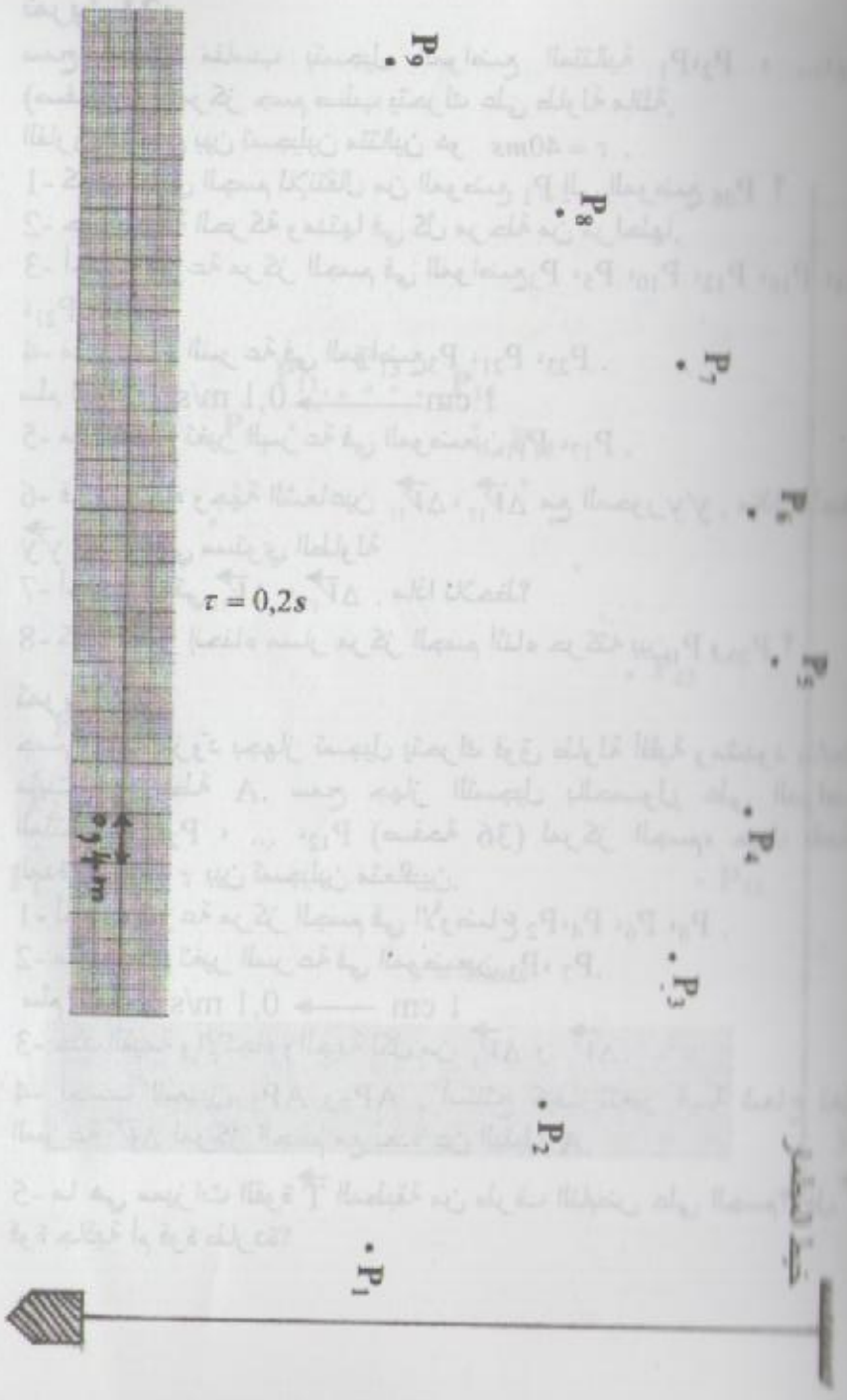
4- مثل أشعة تغير السرعة في الأوضاع P_3، P_5، P_7.

5- قارن إتجاهات الأشعة $\Delta\vec{V}_3$ في P_3 ، $\Delta\vec{V}_5$ في P_5 ، $\Delta\vec{V}_7$ في P_7 مع إتجاه خيط المطمار. ماذا تلاحظ ؟ وماذا تستنتج؟

6- أحسب قيم أشعة تغير السرعة في الأوضاع P_3، P_5، P_7 . ماذا تلاحظ؟

7- ما هي مميزات شعاع تغير السرعة أثناء الحركة؟

8- أستنتج بعض خصائص القوة المؤثرة في الكرية أثناء حركتها في الهواء. ماذا تدعى هذه القوة؟



تمرين 21:

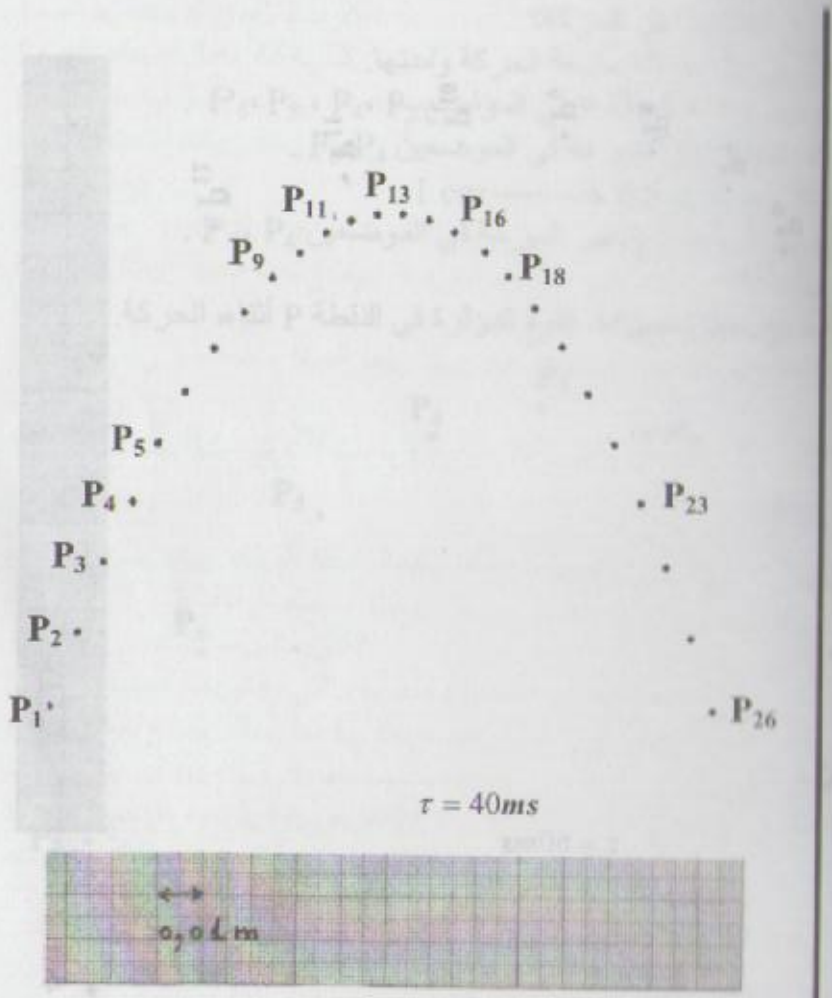
سمح تجهيز مناسب بتسجيل المواضع المتتالية P_1، P_2، ... ، P_{26} (صفحة35) لمركز جسم صلب يتحرك على طاولة مائلة.
الفارق الزمني بين تسجيلين متتالين هو $\tau = 40ms$.

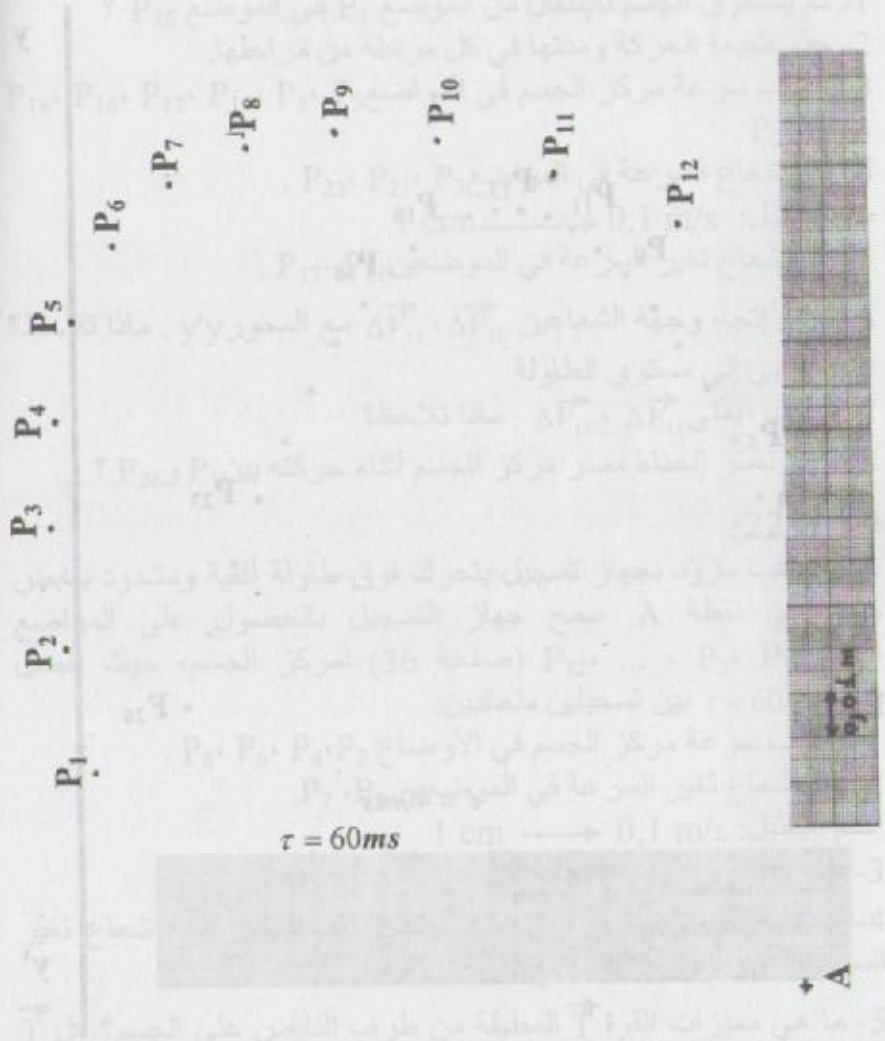
1- كم يستغرق الجسم للإنتقال من الموضع P_1 إلى الموضع P_{26} ؟
2- حدّد طبيعة الحركة ومدتها في كل مرحلة من مراحلها.
3- أحسب سرعة مركز الجسم في المواضع P_3، P_5، P_{10}، P_{12}، P_{16}، P_{18}، P_{21}، P_{23} .
4- مثّل شعاع السرعة في المواضع P_3، P_{21}، P_{23} .
سلّم التمثيل: $1\ cm \longrightarrow 0,1\ m/s$
5- مثّل شعاع تغير السرعة في الموضعين P_{11}، P_{17} .
6- قارن إتجاه وجهة الشعاعين $\Delta\vec{V}_{11}$، $\Delta\vec{V}_{17}$ مع المحور y'y . ماذا تلاحظ؟
$\vec{y'y}$ ينتمي إلى مستوي الطاولة
7- أحسب قيمتي ΔV_{11} ، ΔV_{17} . ماذا تلاحظ؟
8- كيف تفسّر إنحناء مسار مركز الجسم أثناء حركته بين P_1 و P_{26} ؟

تمرين 22:

جسم صلب مزوّد بجهاز تسجيل يتحرك فوق طاولة أفقية ومشدود بنابض مثبت في نقطة A. سمح جهاز التسجيل بالحصول على المواضع المتتالية P_1، P_2، ... ، P_{12} (صفحة 36) لمركز الجسم، حيث تفصل المدة $\tau = 60ms$ بين تسجيلين متعاقبين.

1- أحسب سرعة مركز الجسم في الأوضاع P_2، P_4، P_6، P_8 .
2- مثّل شعاع تغير السرعة في الموضعين P_3، P_7.
سلّم التمثيل: $1\ cm \longrightarrow 0,1\ m/s$
3- حدّد القيمة والإتجاه والجهة لكل من $\Delta\vec{V}_3$ و $\Delta\vec{V}_7$.
4- أحسب البُعدين AP_3 و AP_7 . أستنتج كيف تتغير قيمة شعاع تغيّر السرعة $\Delta\vec{V}$ لمركز الجسم مع بُعده عن النقطة A.
5- ما هي مميزات القوة $\vec{T}$ المطبقة من طرف النابض على الجسم؟ هل $\vec{T}$ قوة جاذبة أم قوة طاردة؟





تمرين 23:

في الشكل المرفق P_1، P_2، ....، P_7 هي مواضع نقطة P من جسم صلب مقذوف نحو الأعلى خلال فترات زمنية متعاقبة ومتساوية كل منها يدوم $\tau = 0,1s$.

1- ما هو عدد مراحل الحركة؟

2- حدّد في كل مرحلة طبيعة الحركة ومدتها.

3- أحسب سرعة النقطة P في المواضع P_3، P_4، P_5، P_6.

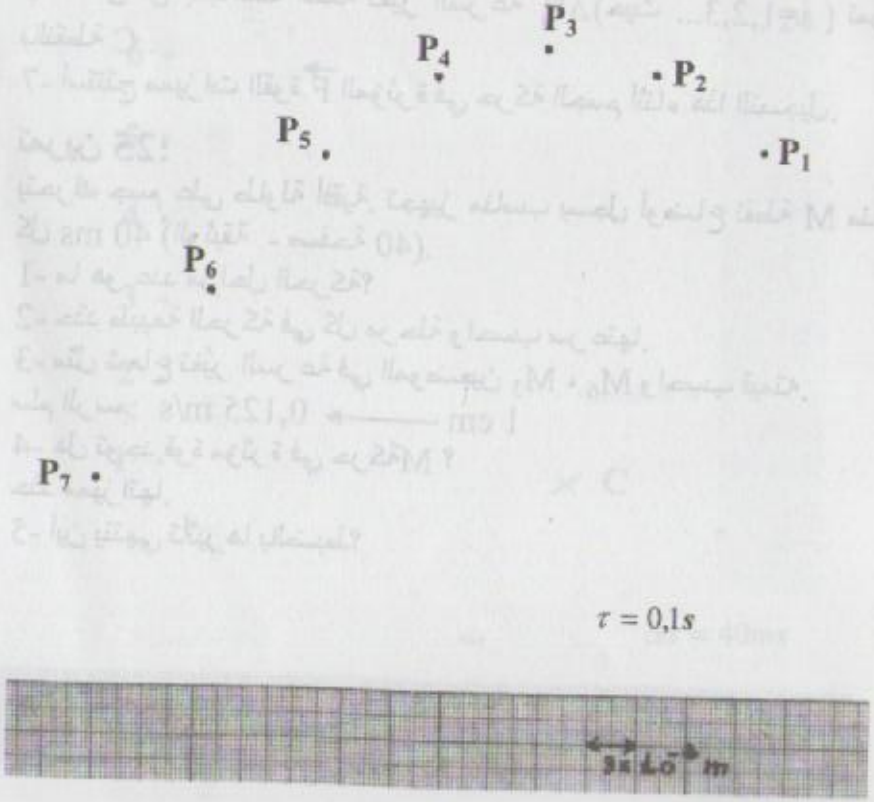
4- مثل شعاع تغيُّر السرعة في الموضعين P_4، P_5.

سلم الرسم: 1 cm ⟶ 0,5 m/s

5- أحسب قيمة شعاع تغير السرعة في الموضعين P_4، P_5.

ماذا تلاحظ؟

6- أستنتج بعض مميزات القوة المؤثرة في النقطة P أثناء الحركة.



تمرين 24

الشكل المُرفق لهذا التمرين (صفحة39) يمثل مواضع نقطة من جسم صلب مشدود بواسطة خيط مطاطي بنقطة ثابتة C ، وذلك، في اللحظات 0، Δt ، $2\Delta t$ ، $3\Delta t$ ، ....، حيث $\Delta t = 40ms$. المواضع مرقمة 1، 2، ...، 24.

1- ما هو عدد مراحل الحركة؟

2- حدّد طبيعة الحركة في كل مرحلة.

3- قس بيانيا السرعة في المواضع 7، 9، 13، 15، 19، 21.

4- مثّل شعاع تغيُّر السرعة في المواضع 8، 14، 20، ثم أحسب قيمته عند كل موضع.

سلم الرسم: 1 cm ⟶ 0,2 m/s

5- كيف تتغير قيمة شعاع تغير السرعة مع بُعد النقطة المسجلة عن النقطة الثابتة C ؟

6- تحقق أن إتجاهات أشعة تغيُّر السرعة $\Delta\vec{V_i}$ (حيث ...i=1,2,3) تمر بالنقطة C .

7- أستنتج مميزات القوة $\vec{F}$ المؤثرة في حركة الجسم أثناء هذا التسجيل.

تمرين 25:

يتحرك جسم على طاولة أفقية. تجهيز مناسب يسجل أوضاع نقطة M منه كل 40 ms (الوثيقة - صفحة 40).

1- ما هو عدد مراحل الحركة؟

2- حدّد طبيعة الحركة في كل مرحلة واحسب سرعتها.

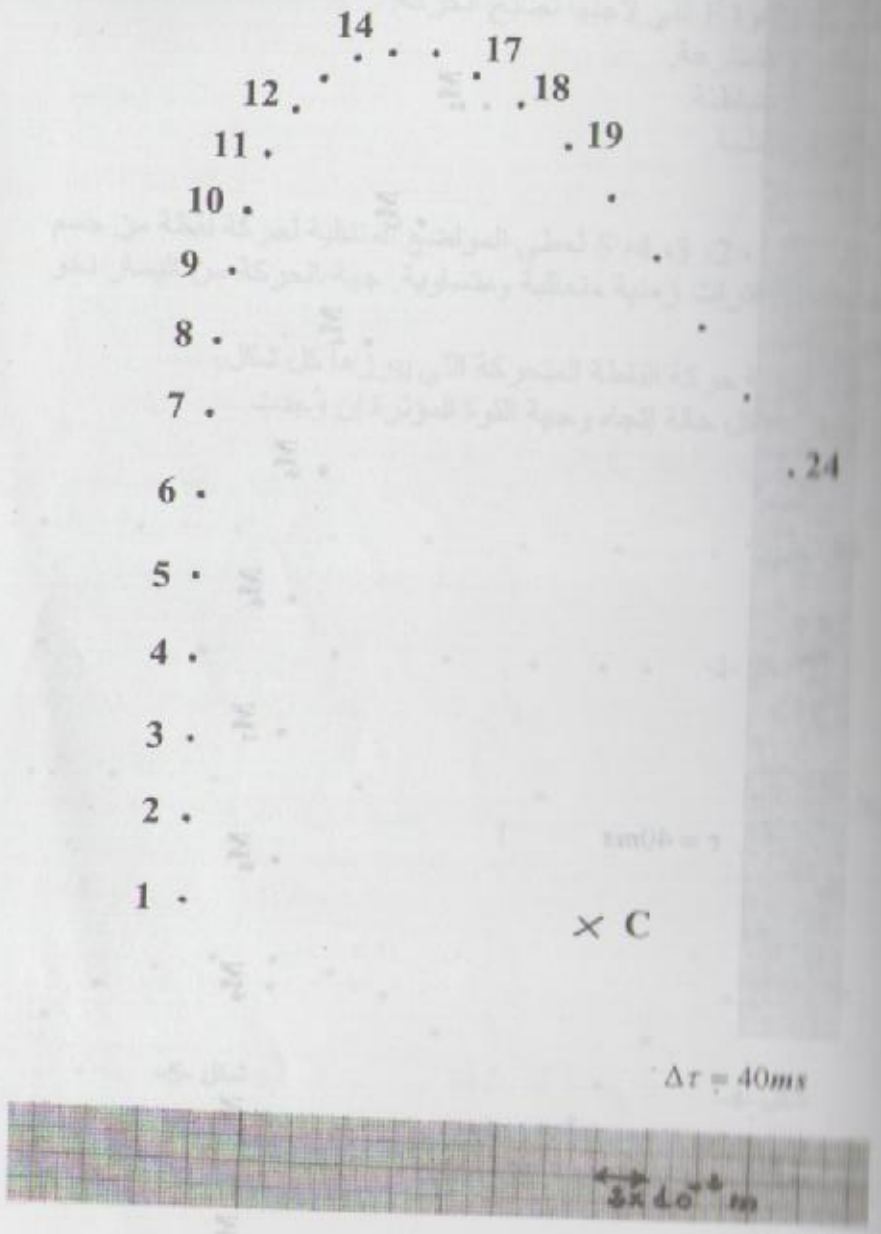
3- مثّل شعاع تغيُّر السرعة في الموضعين M_3 ، M_6 واحسب قيمته.

سلم الرسم: 1 cm ⟶ 0,125 m/s

4- هل توجد قوة مؤثرة في حركة M ؟

حدّد مميزاتها.

5- أين ينتهي تأثيرها بالضبط؟



تمرين 26:

باعتبار جسم حركة مستقيمة منتظمة على طاولة أفقية كبيرة الأبعاد. حدّد اتجاه وجهة القوة $\vec{F}$ التي لأجلها تصبح الحركة:

أ- مستقيمة متسارعة.

ب- مستقيمة متباطئة.

ج- دائرية منتظمة.

تمرين 27:

في الأشكال 1، 2، 3، 4، 5 تُعطى المواضع المتتالية لحركة نقطة من جسم صلب خلال فترات زمنية متعاقبة ومتساوية. جهة الحركة من اليسار نحو اليمين.

أ- حدّد طبيعة حركة النقطة المتحركة التي يبرزها كل شكل.

ب- أرسم في كل حالة إتجاه وجهة القوة المؤثرة إن وُجدت.

شكل -1-

شكل -2-

شكل -3-

شكل -4-

شكل -5-

تمرين 28:

تتحرك كرية حديدية حركة مستقيمة منتظمة على طاولة أفقية، ثم تُغيّر مسارها عندما اصطدمت بأسطوانة حديدية موضوعة فوق نفس الطاولة.
كيف يُمكن أن نأكد بأن الأسطوانة أثرت على الكرية بقوة $\vec{F}$ ؟

تمرين 29

يسير درّاج على طريق مستقيم عمومي. عندما أصبحت المسافة بينه وبين حافلة متوقفة في محطتها d أقلعت هذه الحافلة متحركة في نفس جهة الدراج. يُمثل الشكل (صفحة43) مخطط السرعة لكل من الدراج والحافلة.

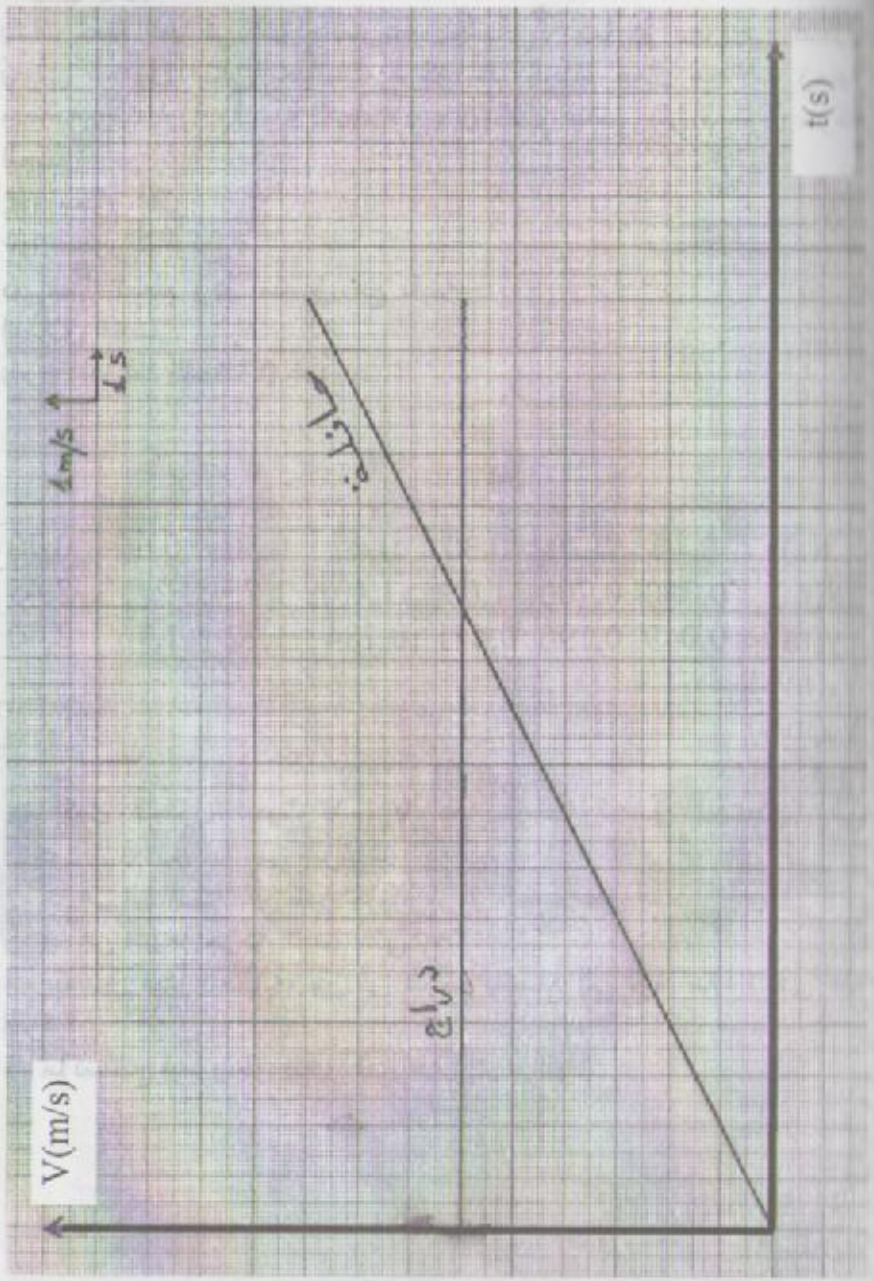
1- ما هي طبيعة حركة الدراج؟ أحسب سرعته.
2- ما هي طبيعة حركة الحافلة؟
3- متى تصبح للحافلة نفس سرعة الدرّاج؟
4- تلتحق الحافلة بالدراج عند اللحظة $t = 8s$.
أ- ما هي المسافة المقطوعة من طرف كل متحرك لحظة الإلتحاق؟
ب- أستنتج المسافة d التي كانت تفصل بين الدراج والحافلة لحظة إقلاع هذه الأخيرة.
5- أيُّ من الحافلة والدراج يحتل المقدمة:
أ- عند اللحظة $t = 12s$ ؟
ب- عند اللحظة $t = 20s$ ؟
6- بيّن أن المتحركين يلتحقان مرة ثانية عند اللحظة $t = 16s$.

تمرين 30:

أعطت دراسة حركة كرية صغيرة الأبعاد تسقط سقوطاً حراً دون سرعة ابتدائية النتائج التالية حيث d يمثل بُعد الكرية عند اللحظة t عن نقطة إنطلاقها في الزمن $t = 0$.

t(s)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
d(m)	0,05	0,20	0,45	0,80	1,25	1,80	2,45	3,20	4,05	5,0
V(m/s)										

1- أكمل الجدول، حيث V هي السرعة اللحظية للكرية.
2- ما هي طبيعة حركة السقوط الحر للكرية؟ علل.
3- بيّن، بتطبيق مبدأ العطالة، أن الكرية تخضع إلى قوة يطلب تحديد مميزاتها.

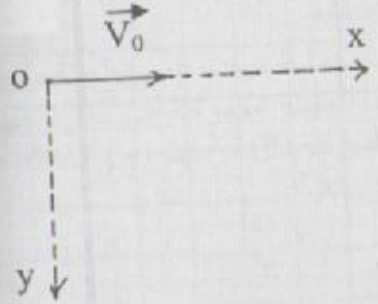


الوحدة رقم (3)

الحركة والقوة والمرجع

تمرين 31:

يقذف جسم أفقيا في الهواء بسرعة إبتدائية $\vec{V_0}$ كما هو مبين في الشكل.
يُعطى الجدول التالي إحداثيات مركز هذا الجسم خلال مجالات زمنية متعاقبة ومتساوية بالنسبة للمعلم (o,x,y) الذي ينتمي إلى مستوي حركة الجسم.



ox: محور أفقي.
oy: محور شاقولي.
o: مبدأ المعلم وهو منطبق مع نقطة إنطلاق الجسم.
يتم القذف عند اللحظة $t = 0$

t(s)	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70
x(m)	0,350	0,700	1,05	1,40	1,75	2,1	2,45
y(m)	0,049	0,196	0,441	0,784	1,22	1,76	2,40
V_x(m/s)							
V_y(m/s)							

1- أكمل الجدول، حيث V_x، V_y هما سرعتا الجسم اللحظيتان على المحورين ox ، oy على الترتيب.
2- ما هي الخاصية التي تُميّز حركة مركز الجسم على المحور ox ؟
3- ما هي طبيعة حركة الجسم على oy؟
4- بتطبيق مبدأ العطالة، بيّن أن الجسم يخضع إلى قوة. ماذا تدعى هذه القوة ؟
5- ما تستنتج فيما يتعلق بتغير السرعة وإتجاه القوة؟

1- المرجع:

لوصف حركة جسم ما نُنسب حركته إلى جسم صلب مرجعي يدعى **المرجع**، والذي نرمز له بالرمز R .

2- المرجع الغاليلي:

المرجع الغاليلي هو المرجع الذي يكون فيه مبدأ العطالة محققا.

- كل مرجع يتحرك بحركة مستقيمة منتظمة بالنسبة لمرجع غاليلي يعتبر مرجعا غاليليا.

3- المرجع غير الغاليلي:

المرجع غير الغاليلي هو المرجع الذي يكون فيه مبدأ العطالة غير محقق.

ومن المراجع غير الغاليلية:

- المرجع المزوّد بحركة مستقيمة متسارعة أو متباطئة بالنسبة لمرجع غاليلي.
- المرجع الخاضع لحركة دورانية حول مرجع غاليلي.

4- أهم المراجع الغاليلية (العطالية):

أ- المرجع السطحي الأرضي: هو المرجع المرتبط بالأرض، ويستعمل لدراسة الحركات قصيرة المدة والقريبة من سطح الأرض.

ب- المرجع المركزي الأرضي: مبدؤه مركز الأرض، ويستعمل لدراسة حركة القمر والأقمار الإصطناعية حول الأرض.

جـ- المرجع الهيليومركزي: مبدؤه مركز الشمس، ويستعمل لدراسة حركة الكواكب والمركبات الفضائية.

تمارين

تمرين 32:

1- ما هو المرجع الأرضي؟

2- لماذا نقول بأن الحركة والسكون مفهومان نسبيان؟

3- ماذا ينقص الجملتين التاليتين:

أ- منزل زميلي يتحرك لأن الأرض تدور.

ب- يتحرك مسافر بسرعة 0,5 m/s داخل قطار يسير في سكته.

تمرين 33:

في طائرة مُحلقة تدفع المُضيفة عربة صغيرة توجود فوقها قارورة ماء معدني.

1- هل الطائرة متحركة أم ساكنة بالنسبة للمرجع الأرضي؟

2- أوجد مرجعين تكون فيهما القارورة في حالة حركة.

3- أوجد مرجع تكون فيه القارورة في حالة سكون.

تمرين 34:

يسير دراج بسرعة ثابتة بالنسبة للمرجع الأرضي وعلى طريق أفقية.

يترك كريةB تسقط من يده ومن دون أن يقذفها. تمثل الوثيقة (صفحة48) الأوضاع المتتالية B_1، B_2، ... B_8 و C_1، C_2، ... C_8 على الترتيب لمركز الكرية B ولنقطة C من محور العجلة الأمامية.

1- أيُّ من النقطتين B،C لا تخضع لأية قوة مؤثرة؟ علل.

2- حدّد سرعة النقطةC واستنتج سرعة الدرّاج بالنسبة للمرجع الأرضي.

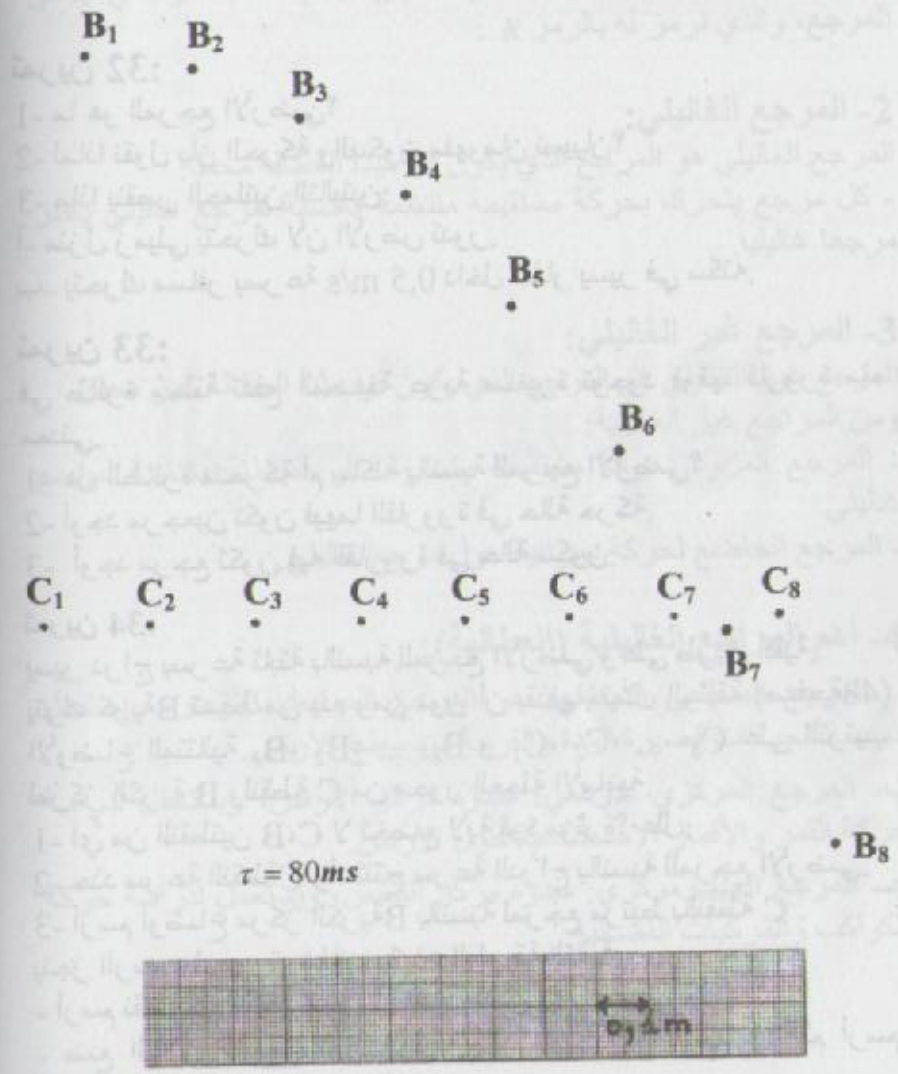
3- أرسم أوضاع مركز الكريةB بالنسبة لمرجع مرتبط بالنقطة C .

ينجز الرسم على ورق شفاف باتباع الطريقة التالية:

- أرسم نقطة في مركز ورق شفاف، ولتكن O .
- ضع الورق الشفاف فوق الوثيقة بحيث تنطبق C_1 مع O، ثم أرسم الموضع B_1 لـ B على الورق الشفاف.
- ضع النقطة O للورق الشفاف فوق الوثيقة من جديد، بحيث تنطبق O مع الموضع C_2 ثم أرسم الموضع B_2 لـ B، وهكذا ...

4- ما هي طبيعة حركة B في المرجع المرتبط بـ C؟

5- أحسب سرعة الكرية، بالنسبة للنقطة C، في الموضع B_5.



تمرين 35:

قرص مركزه C يتحرك على أحد وجهيه على طاولة أفقية ساكنة بالنسبة للأرض.A نقطة من وَجْه القرص. تُبيّن الوثيقة (صفحة 50) الأوضاع المتتالية C_1،C_2،... و C_{16} و a_1، a_2 .... a_{14} للنقطتين C و A.

ثمّ تسجيل هذه الأوضاع في مجالات زمنية متساوية ومتعاقبة كل منها. $\tau = 0{,}1s$

1- ما هي النقطة التي تخضع إلى قوتين متعادلتين؟

2- عيّن سرعة النقطة C بالنسبة للطاولة.

3- أرسم المواضع المتتالية للنقطة A بالنسبة لمرجع مرتبط بالمركز C للقرص. ينجز الرسم على ورق شفاف بإتباع الطريقة السابقة.

4- ما هو شكل مسار النقطة A بالنسبة لـ C ؟

5- ما هي طبيعة حركة A بالنسبة لـ C؟

تمرين 36:

طائرة مُحلقة بسرعة ثابتة تترك حُمُولة تسقط.

ما هو مسار الحمولة بالنسبة لمعلم مرتبط:

أ- بالأرض؟

ب- بالطائرة؟

تمرين 37:

يتحرك قطار بسرعة 30 km/h بالنسبة للأرض.

1- مُسافر جالس في القطار. ما هي سرعته بالنسبة للأرض؟

2- يتحرك المسافر على أرضية القطار وفي نفس جهة حركة القطار بسرعة 3 km/h بالنسبة للقطار.

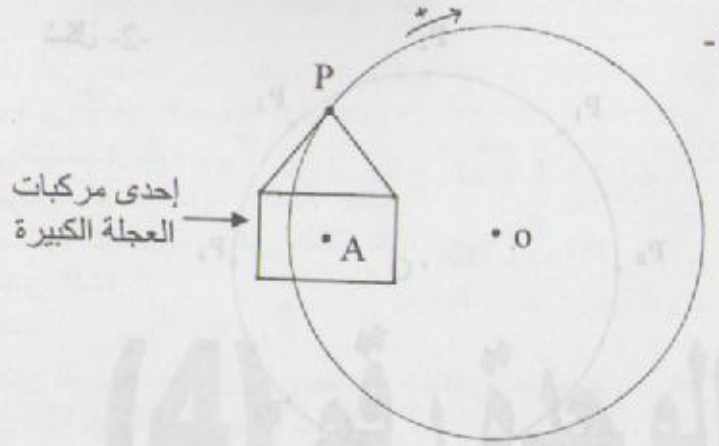
ما هي سرعة المسافر بالنسبة للأرض؟

3- يعود المسافر إلى مكانه متحركا في الجهة المعاكسة لحركة القطار وبسرعة 3 km/h بالنسبة للقطار.

ما هي سرعة المسافر بالنسبة للأرض؟

تمرين 38:

شكل -1-



في الشكل -1-، تُمثّل P نقطة من العجلة الكبيرة في حديقة الألعاب والتسلية، و A نقطة من إحدى مركبات هذه العجلة.

أعطيت في الشكل -2- (صفحة 52) الأوضاع P_1، P_2،... ،P_8 للنقطة P بالنسبة لمرجع مرتبط بالأرض أثناء حركة العجلة . Oهو مركز العجلة.

أثنا ء الحركة تبقى A على نفس الشاقول معP .

1- أستنتج رسم الأوضاع A_1،A_2 ،...،A_8 للنقطةA بالنسبة للأرض أثناء الحركة.

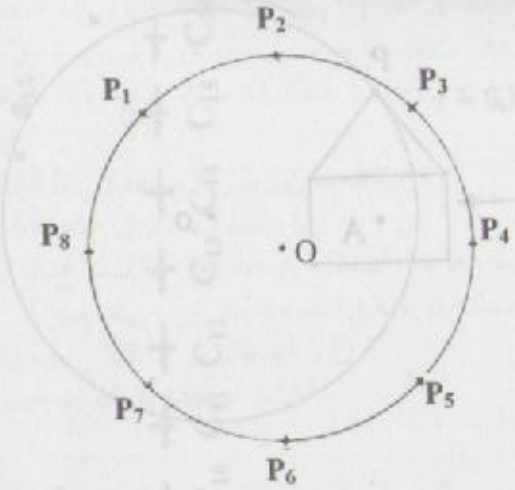
2- حدد مسار النقطةA بالنسبة للأرض.

3- أستنتج رسم الأوضاع المتتالية A'_1، A'_2، ... ،A'_8 للنقطةA بالنسبة لمرجع مرتبط بالنقطة P أثناء حركة العجلة.

4- حدّد مسار النقطةA بالنسبة لـ P.

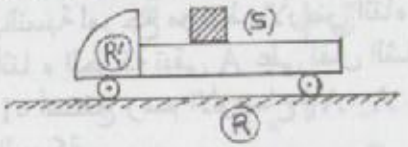
5- تحقّق من هذه النتائج في الواقع عند ذهابك إلى حديقة الألعاب والتسلية.

شكل -2-



تمرين 39:

جسم صلب (S) موضوع على أرضية ملساء لشاحنة تتحرك على طريق مستقيمة وأفقية بسرعة ثابتة.



(R) مرجع أرضي مرتبط بالطريق

(R') مرجع مرتبط بالشاحنة.

في لحظة ما يضغط السائق على فرامل الشاحنة فتصبح حركتها مستقيمة متباطئة.

1- ما هي الحالة الحركية لـ (S) بالنسبة لكل مرجع أثناء المرحلة المنتظمة للشاحنة؟

2- ما هي الحالة الحركية لـ (S) بالنسبة لكل مرجع أثناء المرحلة المتباطئة للشاحنة؟

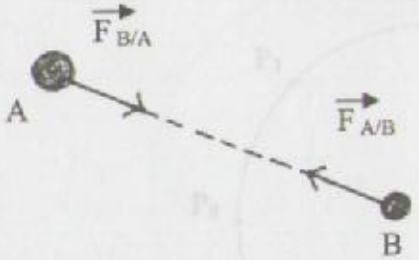
3- بيّن أن (R) و (R') مرجعان غاليليان أثناء المرحلة المنتظمة للشاحنة.

4- بيّن أن (R) مرجع غاليلي وأن (R') مرجع غير غاليلي أثناء المرحلة المتباطئة للشاحنة.

الوحدة رقم (4)

دفع وكبح متحرك

1- مبدأ الأفعال المتبادلة (القانون الثالث لنيوتن)

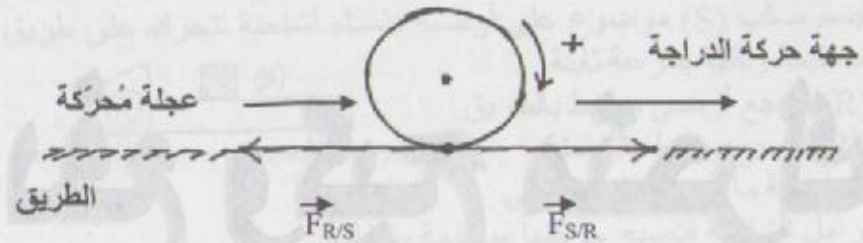


إذا أثر جسم A على جسمB بقوة $\vec{F}_{A/B}$ فإن الجسمB يؤثر بدوره في الجسم A بقوة $\vec{F}_{B/A}$.
القوتان لهما نفس الإتجاه (نفس المستقيم الحامل)، جهتان متعاكستان ونفس الشدة.
نكتب: $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$

هاتان القوتان مطبقتان على جسمين مختلفين، متلامسين أو غير متلامسين، في حالة حركة أو في حالة سكون.

2- مثال حول الأفعال المتبادلة

- إقلاع دراجة نارية على طريق أفقية معبّدة وجافة:



أثناء مرحلة إقلاع دراجة نارية على طريق معبّد وجاف، فإن العجلة المحرّكة تؤثر على الطريق بقوة $\vec{F}_{R/S}$ أفقية وموجهة نحو الخلف، وحسب مبدأ الأفعال المتبادلة، يؤثر الطريق على العجلة المحرّكة بقوة $\vec{F}_{S/R}$ أفقية وموجهة نحو الأمام، وهي المسؤولة عن دفع الدراجة النارية إلى الأمام.
تدعى $\vec{F}_{S/R}$ **قوة الإحتكاك المحرّكة**.

- إقلاع دراجة نارية على طريق أفقية زلجة:

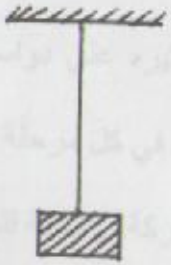
لا يمكن للدراجة النارية أن تُقلع على طريق أفقي زلج بسبب غياب قوة الإحتكاك المحرّكة التي يؤثر بها الطريق على الدراجة.
محرّك الدراجة يدير فعلا العجلة المحرّكة والعجلة تؤثر في الطريق بقوة أفقية موجهة نحو الخلف لكن الطريق لا يؤثر في العجلة، لهذا تبقى الدراجة في مكانها دون أن تتقدم (Dérapage).

تمارين

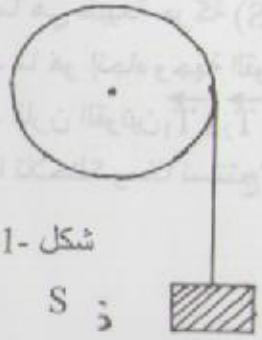
تمرين 40:
جسم صلب ثقله P = 10 N موضوع فوق طاولة.
ما هي القوة المتبادلة:
أ- بين الجسم والطاولة؟ أحسب شدتها.
ب- بين الجسم والأرض؟ أحسب شدتها.

تمرين 41:
كرية حديدية B_1 كتلتها m_1=1Kg تصطدم بكرية أخرى B_2 حديدية كتلتها m_2=8 Kg .
تؤثر B_2 على B_1 بقوة $\vec{F}_{2\to1}$ شدتها 15 N.
ما هي مميزات القوة $\vec{F}_{1\to2}$ التي تؤثر بها B_1 على B_2 في نفس اللحظة؟

تمرين 42:
جسم صلب (S) ثقله $\vec{P}$ معلق بخيط.
حدّد مميزات القوتين المتبادلتين بين:
1- (S) والأرض.
2- (S) والخيط.



تمرين 43:
خيط ملفوف حول بكرة يشدّ جسم صلب (S) يتدلى شاقوليا ثقله P (شكل 1).
نرمز بـ $\vec{T}_1$ إلى القوة التي يؤثر بها الخيط على (S) وبـ $\vec{T}_2$ إلى القوة التي يؤثر بها (S) على الخيط.



شكل -1-

1- تُمنع الجملة من الحركة.

أ- ما هي العلاقة بين القوتين $\vec{T_1}$ و$\vec{P}$ من جهة، وبين القوتين $\vec{T_1}$ و$\vec{T_2}$ من جهة أخرى؟

ب- ما هي القوة المتبادلة مع ثقل (S)؟

2- تُترك الجملة لحالها.

يمثل شكل -2- المواضع المتتالية لمركز (S) أثناء نزوله بالنسبة للأرض في مجالات زمنية متعاقبة ومتساوية.

- 1
- 2
- 3

شكل -2-

- 4
- 5
- 6

أ- ما هي طبيعة حركة (S)؟

ب- ما هو إتجاه وجهة القوة المؤثرة في (S) والمسببة للحركة؟

جـ- قارن القوتين $\vec{T_1}$ و$\vec{T_2}$ من جهة، و$\vec{T_1}$ و$\vec{P}$ من جهة أخرى.

ماذا تلاحظ؟ وماذا تستنتج؟

تمرين 44:

1- على طريق أفقية زلجة، هل يمكن لسيارة:

أ- أن تسير بحركة مستقيمة متسارعة؟

ب-أن تتحرك بسرعة ثابتة وفق مسار مستقيم؟

جـ- أن تتباطأ؟

د- أن تجتاز منعطفا؟

2- ما هي القوة المسؤولة عن تحريك سيارة على طريق معبدة جافة؟

وما هي الجملة التي تطبق هذه القوة على السيارة؟

تمرين 45:

تُمثل النقاط A_1، A_2، ... ، A_{11} (صفحة58) المواضع المتتالية لحركة نقطة من محور العجلة المحركة لدراجة نارية تسير على طريق أفقي، وذلك، بالنسبة لمرجع أرضي. المدة بين تسجيلين متعاقبين $\tau = 1\ s$.

1- ما هو عدد مراحل الحركة؟ وما هي طبيعة الحركة في كل مرحلة؟

2- ما هي المسافة المقطوعة في كل مرحلة؟

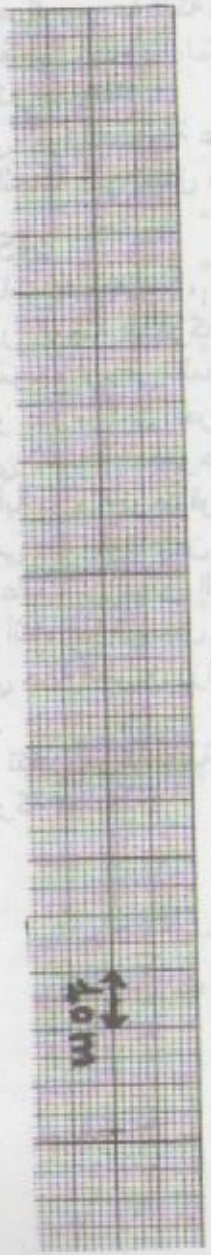
3- عند أية مرحلة توجد قوة مؤثرة على حركة الدراجة النارية؟

ماذا تدعى هذه القوة؟ ومن قبل من هي مطبقة؟

4- إذا علمت أن سائق الدراجة لم يُغيّر من تأثيره على دواسة التسارع للدراجة أثناء هذا التسجيل.

أ- ما هي حالة الطريق (زلج جدا أم مُعبّد وجاف) في كل مرحلة من مراحل الحركة.

ب- هل تتغير حركة نقطة من إطار العجلة المحركة، بالنسبة للسائق، أثناء هذه الحركة المسجلة؟



تمرين 46:

جسم صلب له شكل متوازي المستطيلات سطحه السفلي أملس موضوع على أرضية ملساء لشاحنة تسير على طريق أفقي ومستقيم بسرعة ثابتة.

1- أذكر مبدأ العطالة.

2- صف حركة الجسم الصلب:

أ- بالنسبة للشاحنة.

ب- بالنسبة للطريق.

3- ما هي القوى المؤثرة في الجسم؟ مثلها.

4- في لحظة ما يغيّر السائق من طبيعة حركة الشاحنة.

صف الحركة اللاحقة للجسم الصلب في الحالات التالية:

أ- تصبح حركة الشاحنة متباطئة.

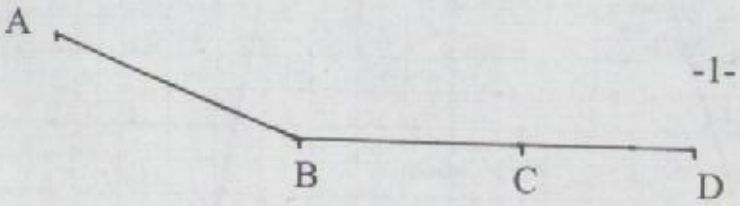
ب- تصبح حركة الشاحنة متسارعة.

جـ- تأخذ الشاحنة منعطفا بسرعة ثابتة.

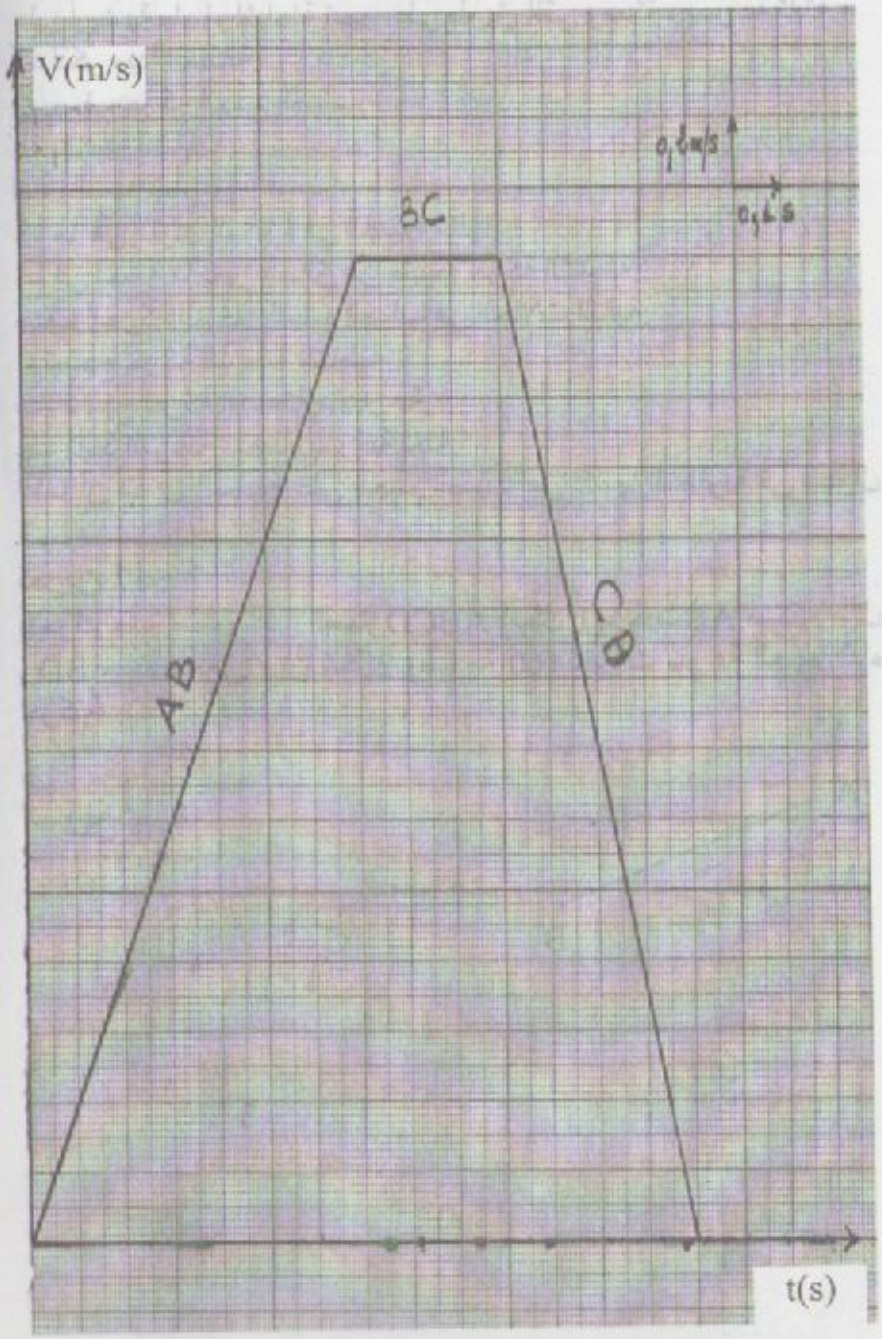
علما أن القوى المطبقة على الجسم الصلب هي نفسها المطلوبة في السؤال 3.

تمرين 47:

يتحرك جسم صلب على المسار ABCD (شكل 1)، حيث AB مستقيم مائل و BD مستقيم أفقي. يُبيّن شكل2 (صفحة 60) تغيرات سرعة الجسم أثناء حركته.



شكل -1-



1- ما هو عدد مراحل حركة الجسم؟
2- حدد طبيعة الحركة ومدتها في كل مرحلة لها.
3- أحسب سرعة الجسم في الأوضاع A، B، C، D .
4- على أيّ جزء من المسار يخضع الجسم:
أ- إلى قوة محركة؟ علل، ثم مثّل كيفيا هذه القوة على المسار.
ب- إلى قوة إحتكاك معيقة للحركة؟ علل، ثم مثّل كيفيا هذه القوة على المسار.
5- ما هي حالة الطريق BC :
أ- خشن؟
ب- أملس تماما؟
علل الإجابة.
6- أحسب المسافة المقطوعة في كل مرحلة ثم أستنتج المسافة الكلية المقطوعة.

تمرين 48:

تتميز سيارة بعجلتين أمَاميتين مُحركتين وبعجلتين خلفيتين حاملتين.
تُقلع هذه السيارة من السكون بحركة متسارعة على طريق مستقيم أفقي، بعد مرحلة الإقلاع، يُوقف السائق محرك السيارة، فتتباطأ الحركة حتى توقف السيارة.
حدّد، في كل مرحلة، نوع وجهة القوة المطبقة من طرف الأرضية على:
1- العجلتين الأماميتين.
2- العجلتين الخلفيتين.

تمرين 49:

ينطلق دراج على طريق أفقي ومستقيم.
نرمز بـ $\vec{F}$ إلى قوة الإحتكاك المحركة المسببة في إنطلاق الدراجة، وبـ $\vec{F'}$ إلى قوة الإحتكاك المعيقة لسير الدراجة.
1- ما هي الجملة المسؤولة عن القوتين $\vec{F}$، $\vec{F'}$ ؟
2- على أيّ من عجلتي الدراجة تؤثر كل من $\vec{F}$ و $\vec{F'}$ ؟
3- مثل القوتين $\vec{F}$ و $\vec{F'}$ علما أن الحركة تتمُ نحو اليمين وأن شدتي القوتين هما على الترتيب: 80 N، 16 N.
سلم التمثيل: 1 cm ⟶ 16 N

التماسك في المادة وفي الفضاء

الوحدة رقم (1)

المادة في الكون

توجد في الكون كائنات حية وأشياء تتكون من المادة وتختلف بأبعادها من اللامتناه في الصغر مثل الذرة والدقائق العنصرية (إلكترون، بروتون، كوارك، ...)، إلى اللامتناه في الكبر مثل الكواكب والنجوم والمجرات.

الكون له بنية فراغية مثل الذرة.

المادة في الكون ليست موزعة بانتظام، وتقدر بـ $3\times10^{-31}g$ في cm^3 الواحد.

- تماسك المادة في الكون تضمنه **ثلاثة أفعال متبادلة أساسية:**

- **الفعل المتبادل التجاذبي:** ينحصر مجال تأثيره في المجال الفلكي.

- **الفعل المتبادل الكهرومغناطيسي:** مجال تأثيره بين الأجسام الحاملة للشحنات الكهربائية، بين المغانط، بين الأجسام المتلامسة، وهو المسؤول عن تماسك الذرات والجزيئات والشوارد.

- **الفعل المتبادل القوي:** هو فعل تجاذبي مداه قصير جداً من رتبة $10^{-15}m$ وهو المسؤول عن تماسك النواة.

تمارين

تمرين 50:

نعتبر الأعداد التالية:

$10000m$ ، $100000000m$ ، $36400m$ ، $378300\ m$ ، $0,00000305m$ ، $0,56\times10^{-10}\ m$ ، $9270\times10^{20}\ m$ ، $523\times10^{-17}m$.

1- أعط الكتابة العلمية لهذه الأعداد.

2- حدّد رتبة كل عدد.

تمرين 51:

عبّر عن الأبعاد التالية بـ (m) ثم أعط الكتابة العلمية لكل بُعد.

$150\mu m$ ، $21fm$ ، $26\ nm$ ، $150\ pm$

تمرين 52:

يُعطى الجدول التالي كتل كواكب المجموعة الشمسية.

عطارد	$0,328\times10^{24}\ Kg$
الزهرة	$4,83\times10^{24}\ Kg$
الأرض	$5,98\times10^{24}\ Kg$
المريخ	$0,634\times10^{24}\ Kg$
المشتري	$1880\times10^{24}\ Kg$
زُحل	$563\times10^{24}\ Kg$
يورانوس	$86,1\times10^{24}\ Kg$
نبتون	$99,6\times10^{24}\ Kg$
بلوتون	$0,012\times10^{24}\ Kg$

ما هي الكواكب ذات الكتلة من نفس الرتبة؟

تمرين 53:

أعط في الجدول التالي رتبة أبعاد الأشياء علما أن رتبة الرجل هي 1 (تقدر الأبعاد بـ m).

قطر الكون	
قطر المجرة	
البعد بين الأرض والشمس	
البعد بين الأرض والقمر	
جبل ارتفاعه 800 m	
طول نملة	
طول خلية	
طول جرثوم	
قطر ذرة	
قطر نواة	

تمرين 54:

1- عرّف السنة الضوئية (a.l).

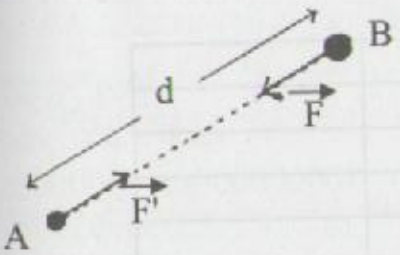
2- أحسب المسافة الموافقة للسنة الضوئية مقدرة بـkm .

3- النجم الأقرب إلى الأرض بعد الشمس يبعُد بـ 4,22 a.l عن الأرض.
ما هي المدة الزمنية التي تستغرقها مركبة فضائية تتحرك بسرعة 127000 km/s للوصول إلى النجم؟

الوحدة رقم (2)

الأفعال المتبادلة الجاذبية

قانون نيوتن:



جسمان نقطيان A وB كتلتاهما m و'm، تفصل بينهما مسافة d، يؤثران على بعضهما البعض بقوة جاذبية محمولة على المستقيم (AB) الواصل بينهما، شدتها:

$$F = F' = G\frac{m \times m'}{d^2}$$

الوحدات:
- F : بالنيوتن (N)
- m, m' : بـ (Kg)
- d : بـ (m)

G: هو ثابت الجذب العام. $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ U(S.I)$

ملاحظة:
يبقى قانون الجذب العام لنيوتن صالحا لأجل الأجسام ذات التوزيع الكروي لكتلتها، مثل الكواكب.

تمارين

تمرين 55:
كرتان حديديتان متماثلتان موضوعتان فوق طاولة كتلة الواحدة 1Kg والبعد بينهما $d = 1m$.
1- أحسب شدة قوة التجاذب التي تؤثر بها كل كرة على الأخرى.
2- أحسب شدة قوة التجاذب بين الأرض وكل من الكرتين.
3- قارن قوة التجاذب بين الكرتين من جهة، وقوة التجاذب بين الأرض وإحدى الكرتين من جهة أخرى.
نصف قطر الأرض $R = 6400\ km$ وكتلتها: $M = 6 \times 10^{24}\ Kg$

تمرين 56:
بيّن أن ثقل جسم على سطح الأرض $P=mg$ ، حيث $g = 9{,}8\ N/Kg$ ، يُمثل كذلك قوة التجاذب بين الأرض وهذا الجسم المتواجد على سطحها.
المعطيات:
كتلة الأرض: $M = 5{,}98 \times 10^{24}\ Kg$
نصف قطرها: $R = 6380\ Km$

تمرين 57:
أحسب كتلة الأرض M وكتلتها الحجمية المتوسطة اعتباراً من قانون الجذب العام، علما أن نصف قطرها $R = 6400Km$ وأن قوة التجاذب بين الأرض وجسم كتلته m موجود على سطحها هي نفسها ثقل الجسم.
يعطى: $g = 9.8\ N/Kg$

تمرين 58:
أحسب شدة القوة المتبادلة الجاذبة بين:
1- الأرض والقمر.
2- الأرض والشمس.
3- قارن هاتين القوتين.
المعطيات:
كتلة الأرض: $M_T = 6 \times 10^{24}\ Kg$
كتلة القمر: $M_L = 7{,}3 \times 10^{22}\ Kg$

كتلة الشمس: $M_S = 2 \times 10^{30}$ Kg
المسافة بين الأرض والقمر: $d = 3,8 \times 10^{5}$ Km
المسافة بين الأرض والشمس: $d = 1,5 \times 10^{8}$ Km

تمرين 59:

رجل كتلته $m = 60$ Kg.
1- أحسب شدة القوة المطبقة على هذا الرجل على سطح كل كوكب من الكواكب التالية:
أ- الأرض.
ب- القمر.
جـ- المشتري.
2- استنتج شدة الجاذبية $\vec{g}$ على سطح كل كوكب.
المعطيات:
كتلة الأرض: $M_T = 6 \times 10^{24}$ Kg ، نصف قطرها: R_T=6370 Km
كتلة القمر: $M_L = 7,34 \times 10^{22}$ Kg ، نصف قطره: R_L= 1738Km
كتلة المشتري: $M_J = 1,9 \times 10^{27}$ Kg، نصف قطره: R_J=69800 Km

تمرين 60:

توجد نقطة P من الفضاء واقعة بين الأرض (T) والقمر (L) أين تتعادل قوتا التجاذب المؤثرتان في جسم كتلته m متواجد في النقطة P.
عيّن موضع P بالنسبة لمركز الأرض C_1.
المعطيات:
كتلة الأرض: $M_T = 6 \times 10^{24}$ Kg
كتلة القمر: $M_L = 7,3 \times 10^{22}$ Kg
البُعد بين مركزي الأرض (C_1) والقمر(C_2) هو: C_1C_2= 384000 Km

تمرين 61:

حسب قانون الجذب العام، فإن الأرض تجذب القمر والشمس تجذب الأرض والنواة تجذب الإلكترونات.
لماذا لا يسقط القمر على الأرض، والأرض على الشمس، والإلكترونات على النواة؟

تمرين 62:

تدور الأرض حول الشمس خلال 365 يوم تقريبا.
كتلة الأرض: $M_T = 6 \times 10^{24}$ Kg

كتلة الشمس: $M_S = 2 \times 10^{30}$ Kg
ثابت الجذب العام: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ U(S.I)
البعد بين مركزي الأرض والشمس: $d = 150 \times 10^{6}$ Km
نعتبر حركة الأرض حول الشمس دائرية منتظمة.
1- ما هو المرجع المناسب لدراسة حركة الأرض حول الشمس؟
2- بيّن، بتطبيق مبدأ العطالة في مرجع مناسب، أن الأرض تخضع إلى قوة أثناء حركتها حول الشمس.
3- ماذا تدعى القوة التي تؤثر بها الشمس على الأرض؟ أحسب شدتها.
4- أحسب المسافة التي تقطعها الأرض حول الشمس خلال دورة واحدة.
5- ما هي السرعة التي تتحرك بها الأرض في مدارها حول الشمس؟

تمرين 63:

عربسات (Arabsat 2A) هو قمر اصطناعي عربي يستعمل للبث التلفزيوني والاتصالات الهاتفية بين الدول العربية. يتحرك هذا القمر فوق خط الإستواء على إرتفاع d = 35800 km من سطح الأرض وفق مدار دائري مركزه هو مركز الأرض ويستغرق 23h 56mn 4s لإنجاز دورة كاملة على مداره، أي نفس المدة الزمنية التي تستغرقها الأرض للدوران حول محورها. يُدعى هذا النوع من الأقمار قمر إصطناعي جيومستقر (Géostationnaire).
1- ما هو المرجع المناسب لدراسة حركة عربسات 2A؟
2- بيّن، بتطبيق مبدأ العطالة بالنسبة لمرجع مناسب، أن عربسات 2A يخضع في مداره إلى قوة.
3- حدّد طبيعة القوة المؤثرة في عربسات 2A وأحسب شدتها.
4- أحسب المسافة التي يقطعها عربسات 2A خلال يوم واحد.
5- أحسب سرعة عربسات على مداره.
المعطيات:
نصف قطر الأرض: R = 6400 km .
كتلة الأرض: $M_T = 6 \times 10^{24}$ Kg
كتلة عربسات 2A: M_A = 2500 Kg

الوحدة رقم (3)

الأفعال المتبادلة الكهربائية

قانون كولوم:

جسمان نقطيان A و B ، شحنتاهما q'،q وتفصل بينهما مسافة d، يؤثران على بعضهما البعض بقوة جاذبة أو دافعة محمولة على المستقيم (AB) الواصل بينهما، شدتها:

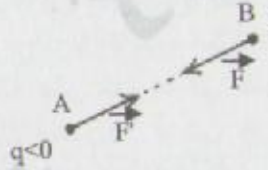
$$F = F' = k\frac{|q|\times|q'|}{d^2}$$

الوحدات:
- q'،q بـ : (C)
- d: بـ (m)
- F: بـ (N)

يدعى k ثابت كولوم قيمته 9×10^9 U(S.I)

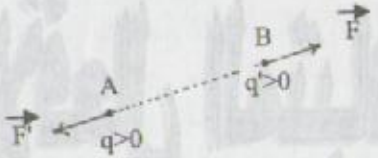
مثال 1:

q'،q لهما إشارتان مختلفتان، $\vec{F}$، $\vec{F}$ قوتا تجاذب.



مثال 2:

q'،q لهما إشارتان متماثلتان، $\vec{F}$، $\vec{F}$ قوتا تدافع (تنافر).



ملاحظة هامة:

- على مستوى الذرة والجزيء والدقائق العنصرية يتغلب الفعل المتبادل الكهربائي على الفعل المتبادل الجاذبي.
- على مستوى الكواكب والأقمار والمجرات ... يتغلب الفعل المتبادل الجاذبي على الفعل المتبادل الكهربائي.

تمارين

تمرين 64:

جسمان نقطيان يحملان شحنتين $Q = 3\times10^{-9}C$ و $Q' = 10^{-9}C$، ويبعدان عن بعضهما بمسافة $d = 4$ cm.

1- ما هي طبيعة القوة المتبادلة بين الجسمين؟
2- هل هي قوة تجاذب أم قوة تنافر؟
3- أحسب شدة هذه القوة

تمرين 65:

شحنتان $q_1 = +2\times10^{-6}$ C ، $q_2 = -5\times10^{-6}$ C تؤثران في بعضهما البعض بقوة شدتها 4 N. البعد بينهما d .

1- مثل القوة الكهربائية المطبقة على كل شحنة.
2- أحسب قيمة البعد d .

تمرين 66:

تتنافر شحنتان نقطيتان تحملان نفس الشحنة السالبة Q بقوة شدتها 0,576N عندما تفصلهما مسافة $d_1 = 5cm$.

1- اوجد القيمة الجبرية للشحنة Q .
2- أحسب شدة قوة التنافر عندما تصبح المسافة بين الشحنتين $d_2 = 8cm$.

تمرين 67:

البُعد المتوسط بين البروتون والإلكترون في ذرة الهيدروجين هو:
$r = 5,3\times10^{-11}m$.

1- عيّن شدة القوة الكهربائية $\vec{F}_E$ المتبادلة بين الجسيمتين.
2- عيّن شدة القوة الجاذبية $\vec{F}_G$ المتبادلة بين الجسيمتين.
3- قارن شدتي القوتين $\vec{F}_E$ و $\vec{F}_G$. ماذا تستنتج؟

المعطيات:

شحنة الإلكترون: $q_e = -1,6\times10^{-19}$ C، كتلته: $m_e = 9\times10^{-31}$ Kg.
شحنة البروتون: $q_p = +1,6\times10^{-19}$ C ، كتلته: $m_p = 1,67\times10^{-27}$ Kg.

تمرين 68:

شاردة نحاس كتلتها $m=1,1\times10^{-25}$ Kg، تحمل شحنة:

$Q=+1,6\times10^{-19}C$

البعد بين شاردتين متجاورتين في قطعة نحاسية هو $d=2,3\times10^{-10}$ m .

1- أحسب شدة القوة الكهربائية المتبادلة بين شاردتين متجاورتين.

2- أحسب شدة قوة التجاذب العام المتبادلة بين شاردتين متجاورتين.

3- قارن بين شدة القوة الكهربائية $\vec{F}_E$ وشدة قوة التجاذب $\vec{F}_G$. ماذا تستنتج؟

تمرين 69:

في الشكل المرفق (S_1) و(S_2) كرتان لهما نفس الكتلة $m=1g$ وتحملان الشحنة نفسها $Q=10^{-7}$ C، معلقتان بخيطين من القطن لهما نفس الطول ومثبتان في النقطة O .

البعد بين الكرتين $d=10$ cm .

1- ما هي طبيعة الأفعال المتبادلة بين:

أ- الكرة (S_1) والأرض؟

ب- الكرة (S_1) والكرة (S_2)؟

جـ- الكرة (S_1) والخيط.

2- احسب شدة القوة (أو شدات القوى) المتبادلة بين:

أ- الكرة (S_1) والأرض.

ب- الكرة (S_1) والكرة (S_2).

جـ- الكرة (S_1) والخيط.

المعطيات:

ثابت الجذب العام: $G=6,67\times10^{-11}$ U(S.I)

ثابت قانون كولوم: $K=9\times10^{9}$ U(S.I)

نصف قطر الأرض: $R=6380$ Km

كتلة الأرض: $M=6\times10^{24}$ Kg

تمرين 70:

كرية من الألمنيوم مثبتة في نقطة A تحمل شحنة $Q=+3,33\times10^{-7}$ C .

قطرة زيت كتلتها $m=4,9\times10^{-9}$ g وتحمل شحنة 'Q، ساكنة في الهواء تحت النقطة A على بُعد $d=10$ cm منها وعلى نفس الشاقول.

1- ما هي القوى المؤثرة في قطرة الزيت؟ وما هي الجمل المسؤولة عن هذه القوى؟

2- بتطبيق مبدأ العطالة، أستنتج مميزات القوة التي تؤثر بها الكرية على القطرة. نهمل الفعل التجاذبي بين الكرية وقطرة الزيت.

3- أستنتج القيمة الجبرية 'Q لشحنة القطرة، علما أن الجاذبية الأرضية هي: $g=9,8$ N/Kg .

الوحدة رقم (4)
الفعل المتبادل الكهربي

الوحدة رقم (4)

الفعل المتبادل القوي

- يؤثر الفعل المتبادل القوي في الدقائق العنصرية المتواجدة في نواة ذرة، ومنها خاصة، البروتونات والنيترونات.

- حسب قانون كولوم، تتنافر البروتونات وقد ينتج عن هذا التنافر الكبير تفجير النواة !

- نفسّر استقرار النواة بوجود قوة تجاذب جديدة تُوازن التنافر بين البروتونات وتحقق تماسك النواة تسمى: **الفعل المتبادل القوي.**

- الفعل المتبادل القوي أشد قوة من القوة الكهربائية بنسبة 100 إلى 1000 مرة، لكن تأثيره على بُعدٍ قصير من رتبة 10^{-15} m (أي أبعاد النواة).

تمارين

تمرين 71:

ما هو الفعل المتبادل الغالب، وهل هو تنافري أم تجاذبي، في الحالات التالية:

1- بين كوكب الأرض والشمس؟

2- بين البروتون والإلكترون في ذرة الهيدروجين؟

3- بين بروتونين داخل نواة ذرة؟

تمرين 72:

البُعد بين مركزي بروتونين في نواة ذرة هو $d = 2,4\times10^{-15}$ m .

كتلة البروتون: $m_p=1,67\times10^{-27}$ Kg ، شحنته: $q = +1,6\times10^{-19}$C .

1- أحسب شدة قوة الجذب العام بين البروتونين.

2- أحسب شدة قوة التنافر الكهرباتي بين البروتونين.

3- قارن بين شدتي هاتين القوتين. كيف تفسر تماسك النواة؟

تمرين 73:

يتكون جزيء ثنائي الأوكسجين من ذرتين أوكسجين. تحتوي نواة كل ذرة على 8 بروتونات. البعد بين نواتي الذرتين $d=1,21\times10^{-10}$ m .

كتلة البروتون: $m_p=1,67\times10^{-27}$ Kg ، شحنته: $q= +1,6\times10^{-19}$ C

1- عيّن شدة القوة الكهربائية المتبادلة بين هاتين النواتين.

هل هذه القوة تنافرية أم تجاذبية؟

2- عيّن شدة القوة المتبادلة التجاذبية بين النواتين.

3- ما هي القوة المسؤولة عن تماسك جزيء ثنائي الأوكسجين.

ثابت كولوم: $K=9\times10^{9}$ U(S.I)

ثابت الجذب العام: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ U(S.I)

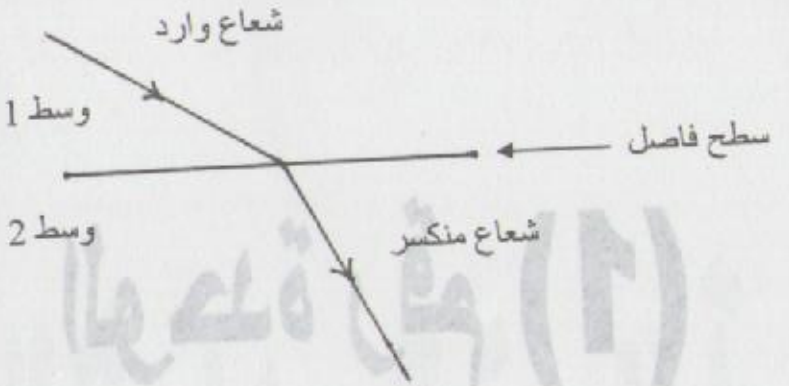
الظواهر الضوئية

الوحدة رقم (1)

إنكسار الضوء

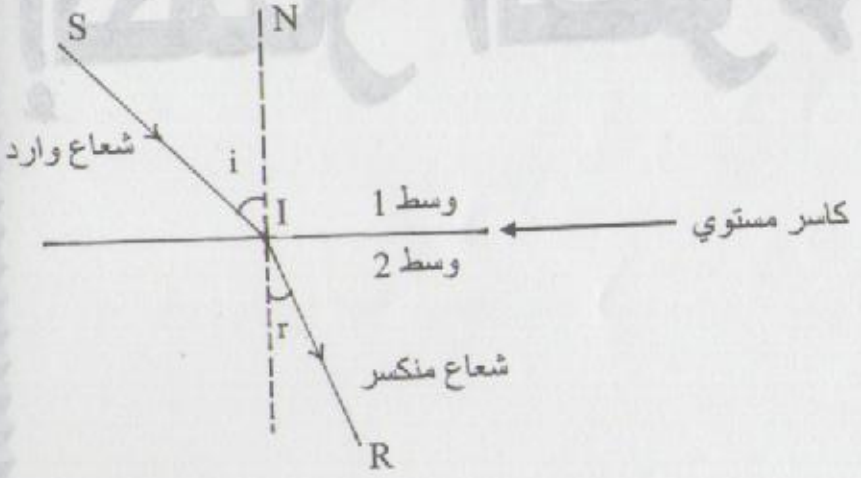
1- إنكسار الضوء

الإنكسار هو تغير منحى إنتشار الضوء عند إجتيازه السطح الفاصل بين وسطين شفافين.



2- إنحراف الضوء في الأوساط الشفافة:

أ- الكاسر المستوي: هو السطح المستوي الفاصل بين وسطين شفافين.



ب- قانون الإنكسار

- تعاريف:

SI: شعاع ضوئي وارد من المنبع الضوئي S .

IR: شعاع ضوئي منكسر.

I: نقطة الورود.

NI: الناظم عند نقطة الورود.

- ***القانون الأول:*** الشعاع المنكسر يقع في مستوي الورود أي المستوي المشكّل من الشعاع الوارد والناظم عند نقطة الورود.

- ***القانون الثاني:*** تتعلق زاوية الإنكسار r بزاوية الورود i وبخاصيتي الوسطين الشفافين (1) ، (2) حيث:

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

n_1 ، n_2 مقداران فيزيائيان يميزان الوسطين الشفافين (1)، (2) على الترتيب.

- تسمى:

n_1: قرينة إنكسار الوسط 1.

n_2: قرينة إنكسار الوسط 2.

جـ - قرينة الإنكسار

يتميز كل وسط شفاف متجانس بقرينة إنكسار رمزها n لأجل إشعاع (لون) معيّن، حيث:

$$n = \frac{C}{V}$$

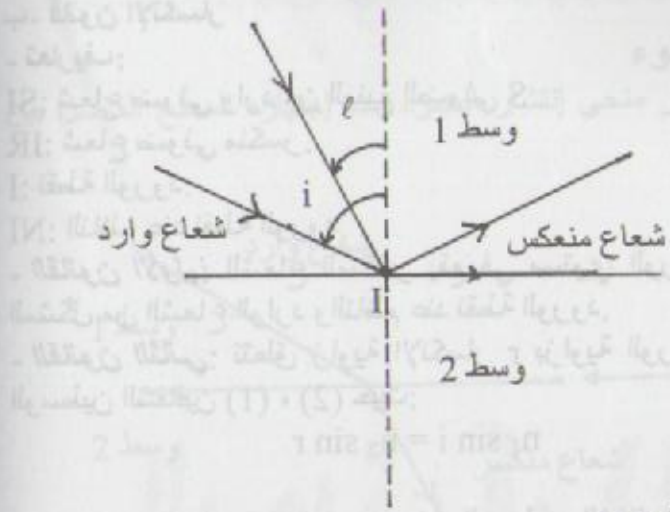
C: سرعة إنتشار الضوء في الفراغ تقدر بـ (m/s).

V: سرعة إنتشار الضوء في الوسط الشفاف تقدر بـ (m/s).

د- ظاهرة الإنعكاس الكلي:

ينتشر شعاع ضوئي في وسط شفاف (1) قرينة إنكساره n_1 ثم يصل إلى السطح الفاصل بين هذا الوسط ووسط شفاف (2) قرينة إنكساره n_2 حيث n_1 أكبر من n_2 ($n_1 > n_2$)، يحدث لهذا الشعاع الإنعكاس الكلي (أي أنه لا ينفذ إلى الوسط 2) إذا كانت زاوية الورود i أكبر من زاوية الورود الحدية ℓ المعرفة بالعلاقة:

$$\sin \ell = \frac{n_2}{n_1}$$



3- إنحراف الضوء:

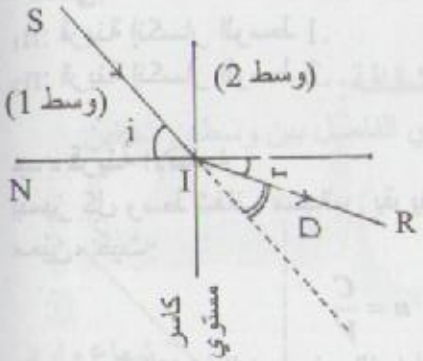
أ- الإنحراف الذي يعانيه شعاع ضوئي يجتاز كاسراً مستويا:

الإنحراف هي الزاوية D التي يصنعها منحنى الشعاع الوارد (SI) مع منحى الشعاع المنكسر (IR).

نميّز حالتين:

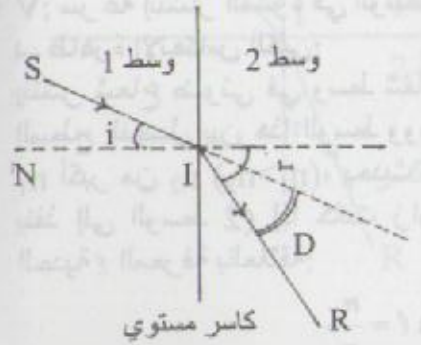
- إذا كان n_2 أكبر من n_1 $(n_2 > n_1)$ فإن:

$$D = i - r$$

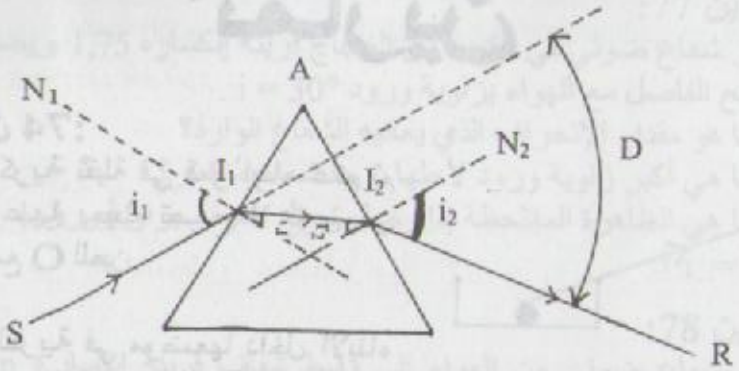


- إذا كان n_1 أكبر من n_2 $(n_1 > n_2)$ فإن:

$$D = r - i$$



ب- الإنحراف الذي يعانيه شعاع ضوئي يجتاز موشوراً:



I_1: نقطة الورود على وجه الدخول للموشور.

I_2: نقطة الورود على وجه الخروج للموشور.

N_1I_1: الناظم في النقطة I_1 على وجه الدخول.

N_2I_2: الناظم في النقطة I_2 على وجه الخروج.

SI_1: الشعاع الضوئي الوارد إلى وجه الدخول للموشور.

I_2R: الشعاع البارز من وجه الخروج للموشور.

A: زاوية الموشور

i_1، r_1 هما زاويتا الورود والإنكسار على وجه الدخول.

i_2، r_2 هما زاويتا البروز والورود على وجه الخروج.

D: هو الإنحراف الذي يعانيه الشعاع الضوئي الوارد (SI_1).

D: هي الزاوية التي يصنعها الشعاع الوارد (SI_1) مع الشعاع البارز (I_2R).

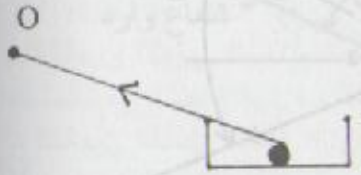
بتطبيق قانوني الإنكسار عند نقطة الورود (I_1) ثم عند نقطة البروز (I_2)، إضافة إلى اعتبارات هندسية، نجد:

$$D = i_1 + i_2 - A$$

تمارين

تمرين 74:

نضع كرية ثقيلة في قعر إناء عاتم ثم نبتعد عنها بحيث تصبح لا تُرى من الموضع O للعين.

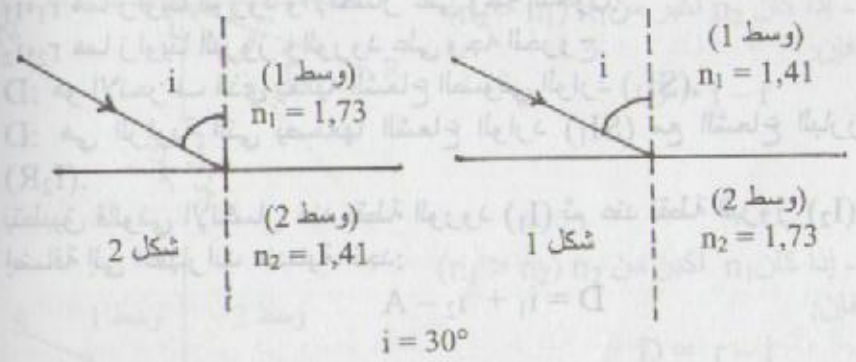


نُبقي الكرية في موضعها داخل الإناء وفي نفس المكان ونسكب فوقها الماء.
ننظر من جديد إلى الكرية من المكان نفسه O للعين، نلاحظ أننا نرى الكرة بأكملها.

1- بماذا تفسّر هذه الظاهرة؟
2- أرسم مسار شعاع ضوئي وارد من الكرية إلى عين المجرب.

تمرين 75:

أرسم الشعاع المنكسر الموافق للشعاع الوارد في الشكلين التاليين:



$i = 30°$

تمرين 76:

ينتشر شعاع ضوئي في الهواء ثم يصل إلى السطح الفاصل بين الهواء والبنزين بزاوية ورود $i = 43°$.
أعطى قياس زاوية الإنكسار القيمة: $r = 27°$.
أستنتج قرينة إنكسار البنزين. قرينة إنكسار الهواء: $n_1 = 1$.

تمرين 77:

ينتشر شعاع ضوئي في مكعب من الزجاج قرينة إنكساره 1,75 ويصل إلى السطح الفاصل مع الهواء بزاوية ورود $i = 30°$.

1- ما هو مقدار الإنحراف الذي يعانيه الشعاع الوارد؟
2- ما هي أكبر زاوية ورود لأجلها يوجد شعاع مُنكسر؟
3- ما هي الظاهرة الملاحظة إذا وصل شعاع ضوئي بزاوية ورود: $i = 35°$ ؟

تمرين 78:

ينتقل شعاع ضوئي من الهواء إلى وسط شفاف قرينة إنكساره n لأجل الضوء المستعمل. لتعيين قيمة n نعطي لزاوية الورود i قيما مختلفة ونقيس في كل مرة زاوية الإنكسار r الموافقة، فنحصل على جدول القياسات التالي:

i	23°	33°	38°	60°	72°	82°
r	15°	21°	24°	35°	39°	41°
sin i						
sin r						

1- أكمل الجدول أعلاه.
2- أرسم المنحنى: sin i بدلالة sin r أي: $\sin i = f(\sin r)$
3- ما هي العلاقة التي تستنتجها من المنحنى والتي تربط sin i بـ sin r ؟
4- عيّن قرينة الإنكسار n .

تمرين 79:

موشور زاويته $A = 60°$ وقرينة إنكساره $n = 1,5$.
يسقط شعاع ضوئي على أحد أوجه هذا الموشور بزاوية ورود $i_1 = 30°$.

1- أرسم مسار الشعاع الضوئي منذ دخوله حتى خروجه من الموشور.
2- بتطبيق قانون الإنكسار الثاني أحسب:
أ- زاوية الإنكسار r_1 على وجه الدخول للموشور.
ب- زاويتي الورود r_2 والإنكسار i_2 على الوجه الثاني للموشور (وجه الخروج).
3- ما هو الإنحراف d_1 الذي يعانيه الشعاع الضوئي أثناء إجتيازه الوجه الأول للموشور (وجه الدخول)؟

4- ما هو الإنحراف d_2 الذي يعانيه الشعاع الضوئي أثناء إجتيازه الوجه الثاني للموشور (وجه الخروج)؟

5- أحسب زاوية الإنحراف الكلي D الذي يعانيه الشعاع الضوئي الوارد بعد خروجه من الموشور .

- تحقق أن: $D = d_1 + d_2$

تمرين 80:

يسقط شعاع ضوئي عموديا على وجه الدخول لموشور زاويته $A = 42°$ ويخرج من هذا الموشور صانعا زاوية $i_2 = 82°$ مع الناظم لوجه الخروج.

أحسب:

1- مقدار الإنحراف الذي يعانيه الشعاع الوارد بعد خروجه من الموشور.

2- قرينة إنكسار الموشور.

تمرين 81:

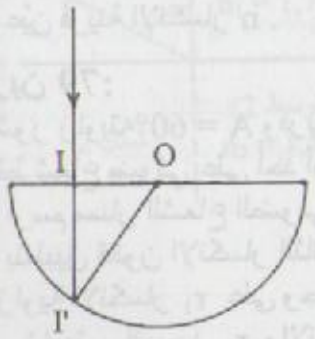
بيّن أنه في الحالة التي تكون فيها زاوية الموشور وزاوية الورود i_1 صغيرتين (أقل من 10°) فإن زاوية الإنحراف D بين الشعاع الضوئي الوارد والشعاع الضوئي البارز الموافق له تُعطى بالعلاقة:

$$D = (n-1)A$$

حيث n هي قرينة إنكسار الموشور لأجل الضوء المستعمل.

تمرين 82:

نصف كرة شفافة قرينتها n ونصف قطرها R، مركزها O موضوعة في الهواء.



يسقط شعاع ضوئي عموديا على الوجه المستوي في نقطة I تبعُد عن المركز بمسافة:

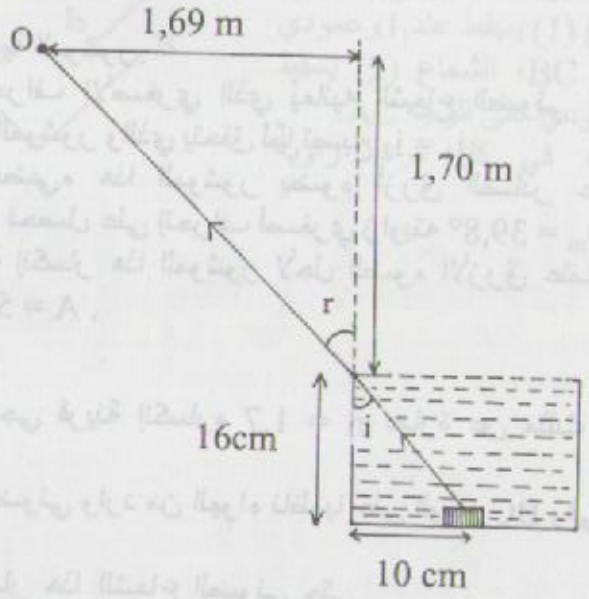
$$OI = \frac{3R}{5}$$

1- لماذا لم يحدث إنحراف للشعاع الضوئي عند نقطة الورود I ؟

2- ما هو الشرط الذي تحققه قرينة إنكسار نصف الكرة لكي نحصل على شعاع منكسر في الهواء عند النقطة I' ؟

3- أرسم مسار الشعاع الضوئي وأحسب قيمة زاوية الإنحراف D بين الشعاع الوارد والمنكسر عند النقطة I' لأجل قرينة إنكسار $n = \sqrt{2}$.

تمرين 83:



قطعة نقدية موضوعة في قعر إناء مملوء بسائل شفاف.

في الشكل المرفق النقطة O تُمثّل عيْن تلميذ موجود في مكان يرى منه هذه القطعة النقدية.

باستعمال قانون الإنكسار الثاني والمعطيات الموضحة في الشكل، أوجد طبيعة الوسط الشفاف من بين الأوساط الشفافة ذات قرائن الإنكسار التالية:

- البنزين: $n = 1,50$ ، - الكحول: $n = 1,36$
- الماء: $n = 1,33$ ، - الإيثر: $n = 1,35$

تمرين 84:

1- إعتبارا من قوانين الموشور التالية:

$$\text{Sin } i = n \sin r_1$$
$$n \sin r_2 = \sin i_2$$
$$A = r_1 + r_2$$
$$D = i_1 + i_2 - A$$

بيّن أنه يمكن حساب قرينة إنكسار الموشور n لأجل إشعاع مُعيّن بالعلاقة:

$$n = \frac{\sin\frac{D_m + A}{2}}{\sin\frac{A}{2}}$$

حيث:

A : هي زاوية الموشور.

D_m: الإنحراف الأصغري الذي يُعانيه الشعاع الضوئي الوارد عند خروجه من الموشور والذي يتحقق لمّا تصبح $i_1 = i_2$.

2- عندما نضيء هذا الموشور بضوء أزرق الصادر عن عنصر الهيدروجين، نحصل على إنحراف أصغري زاويته $D_m = 39,8°$.
أحسب قرينة إنكسار هذا الموشور لأجل الضوء الأزرق علما أن زاوية الموشور $A = 50°$.

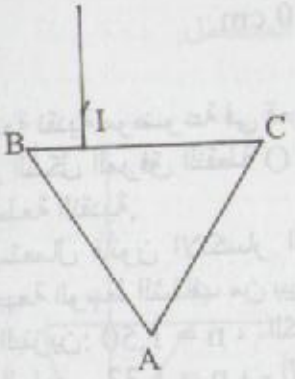
تمرين 85:

موشور زجاجي قرينة إنكساره $n = 1,7$ عبارة عن مثلث متساوي الأضلاع.

يسقط شعاع ضوئي وارد من الهواء ناظميا على الوجه BC وفي المستوي ABC.

1- أرسم مسار هذا الشعاع الضوئي حتى خروجه من الموشور.

2- أحسب قيمة زاوية الإنحراف.



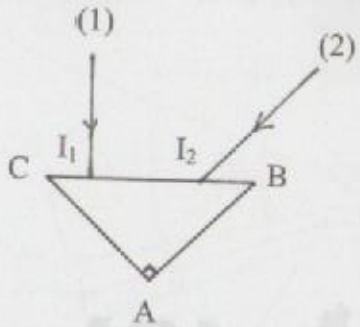
تمرين 86:

موشور زاويته $A=60°$ ، يُضبط بحيث يعطي إنحرافا أصغريا زاويته $D_m=30°$ لأجل إشعاع معيّن.

1. ما هي زاوية الورود على وجه الدخول؟.
2. أحسب قرينة إنكسار هذا الموشور لأجل الضوء المستعمل.

تمرين 87:

موشور زجاجي له شكل مثلث ABC قائم في A ومتساوي الساقين، قرينة إنكساره n=1,56.



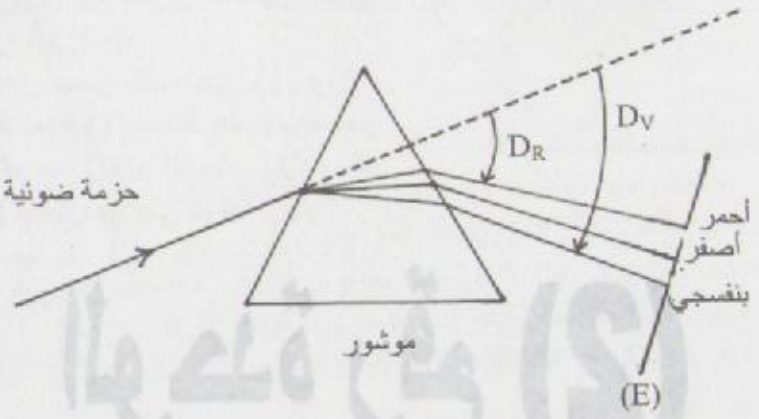
1. أدرس مسار الشعاعين (1) و(2)، حيث الشعاع (1) يسقط عند I_1 وعمودي على الوجه BC، الشعاع (2) يسقط عند I_2 وعمودي على الوجه AC.
2. أحسب، في كل مرة، زاوية الإنحراف.

الوحدة رقم (2)
الضوء الأبيض والضوء الملون

الوحدة رقم (2)

الضوء الأبيض والضوء وحيد اللون

1. تبدد الضوء الأبيض بواسطة موشور:



التجربة:
نسقط على موشور حزمة ضوئية رقيقة ومتوازية الصادرة عن منبع للضوء الأبيض (ضوء الشمس، ضوء مصباح توهج،....).

الملاحظة:
نلاحظ أن الحزمة البارزة متباعدة وملونة.
عند إستقبال هذه الحزمة الخارجة من الموشور بشاشة (E) نحصل على شريط ملوّن مستمر يُسمى **طيف الضوء الأبيض**، والذي يتكون من سبعة ألوان أساسية تميّزها العين، وهي من الأعلى نحو الأسفل على الشاشة:
الأحمر، البرتقالي، الأصفر، الأخضر، الأزرق، النيلي، البنفسجي.

التفسير:
نعلم (حسب التمرين 81- صفحة 94) أن الإنحراف D في الحالة التي تكون فيها زاوية الموشور A وزاوية الورود i_1 صغيرتين هو:
$D=(n-1)A$

ومنه قرينة إنكسار الموشور: $n=\frac{D}{A}+1$

حسب التجربة السابقة، ينحرف الضوء الأحمر بزاوية D_R بينما الضوء البنفسجي ينحرف بزاوية D_V أكبر من D_R.

إذن قرينة إنكسار الموشور لأجل الضوء البنفسجي $\left(N_V=\frac{D_V}{A}+1\right)$ أكبر

من قرينة إنكسار الموشور لأجل الضوء الأحمر $\left(N_R=\frac{D_R}{A}+1\right)$.

الاستنتاج:
قرينة إنكسار وسط شفاف تتعلق بلون الضوء الذي يجتازه.

ملاحظة:
تتعلق قرينة الإنكسار بلون الضوء المستعمل مهما كانت زاوية الورود ومهما كانت زاوية الموشور في حالة إستعمال موشور.

2. مفهوم الإشعاع الوحيد اللون:

تجربة:
نسقط على وجه موشور حزمة ضوئية حمراء الصادرة عن الليزر، ونستقبل الحزمة الخارجة (البارزة) من الموشور بشاشة (E).

الملاحظة:
نلاحظ على الشاشة تشكل طيف يتكون من لون واحد، هو اللون الأحمر الإبتدائي.

النتيجة:
الضوء الصادر عن الليزر هو ضوء وحيد اللون.

- تعريف الإشعاع الوحيد اللون:
يتميز الإشعاع الوحيد اللون بمقدار يدعى **تواتر الإشعاع**، يرمز له بالرمز N أو f، والذي لا يتغير بتغير الوسط الذي ينتشر فيه الضوء، وحدته هي **الهرتز** (H_Z).
كما يتميز كل إشعاع ضوئي بطول موجته في الفراغ أو في الهواء، والذي نرمز له بالرمز λ، ويقدر بالمتر (m) وأجزاءه.

- علاقة طول الموجة بتواتر الإشعاع:

$$\lambda=\frac{C}{N}$$

N: بـ (Hz).
λ: بـ (m).
C: سرعة إنتشار الضوء في الفراغ، تقدر بـ (m/s).

ملاحظة:

طول الموجة λ_m لإشعاع وحيد اللون تواتره N وينتشر في وسط شفاف بسرعة V هو:

$$\lambda_m = \frac{V}{N}$$

- ينتشر الضوء في الفراغ بسرعة $V = C = 3\times10^8 m/s$
- لكل لون من الضوء طول موجة في الفراغ.
- الإشعاعات المرئية لعين الإنسان تتميز بأطوال موجات في الفراغ محصورة بين 400nm و 800nm ($1nm = 10^{-9}$ m).
- توجد إشعاعات لا مرئية لعين الإنسان:

* الإشعاعات فوق البنفسجية التي تتميز بطول موجة في الفراغ أقل من 400nm.
* الإشعاعات تحت الحمراء التي تتميز بطول موجة في الفراغ أكبر من 800nm.

تمارين

تمرين 88:

1. ماذا يسمى الضوء الذي يبدده الموشور؟ وما يسمى الضوء الذي لا يبدده الموشور؟
2. ماذا يسمى المقدار المميز للضوء الوحيد اللون؟
3. ما هي سرعة إنتشار الضوء الأحمر والضوء البنفسجي في الفراغ؟
4. بيّن أن طول موجة ضوء وحيد اللون في وسط شفاف هو λ_m حيث:

$$\lambda_m = \frac{\lambda}{n}$$

λ: طول موجة الضوء الوحيد اللون في الفراغ.
n: قرينة إنكسار الوسط الشفاف لأجل هذا الضوء.

تمرين 89:

ينتشر ضوء وحيد اللون في أوساط شفافة ذات قرائن إنكسار n مختلفة.

1- أكمل الجدول التالي:

الوسط	الهواء	الماء	الزجاج
λ (n.m)	470		
قرينة الإنكسار n		1,33	
سرعة الإنتشار V(m/s)			$1,88\times10^8$
تواتر الضوء N (Hz)			

2- ماذا تستنتج بالنسبة لتواتر الضوء الوحيد اللون؟

تمرين 90:

تعطى أطوال موجات حدود كل لون من ألوان الضوء الأبيض الأساسية بـ (nm):

البنفسجي	الأزرق	الأخضر	الأصفر	البرتقالي	الأحمر
450 -400	500 -450	570 -500	590 -570	610 -590	780 -610

1. كيف يمكن إبراز بأن الضوء الأبيض يتكون من عدة ألوان؟

2. حدّد لون كل إشعاع من إشعاعات الضوء الأبيض ذات أطوال موجات التالية:

λ (n.m)	410	470	530	585	600	647	743
لون الإشعاع							

تمرين 91:

نعتبر ثلاثة إشعاعات ذات أطوال موجات في الفراغ:

$\lambda_1 = 680$ nm ، $\lambda_2 = 620$ nm ، $\lambda_3 = 311$ nm.

1. حدّد مجال الطيف الذي ينتمي إليه كل إشعاع.
2. ما لون الإشعاع الموافق لـ λ_2؟

تمرين 92:

ضوء وحيد اللون صادر عن مصباح بخار الأرغون تواتره:

$5{,}36 \times 10^{14}$ Hz.

1. ما هي طول موجة هذا الضوء في الفراغ؟
2. ما هو مجال الطيف الذي ينتمي إليه هذا الإشعاع؟
3. عندما ينتشر هذا الضوء في موشور، ماذا يحدث لكل مقدار من المقادير التالية:

أ. طول الموجة؟

ب. تواتر الضوء؟.

جـ. لون الضوء؟

تمرين 93:

قرينة إنكسار زجاج لأجل الضوء الأحمر هي: $N_r = 1{,}595$ ولأجل الضوء البنفسجي هي: $N_v = 1{,}625$

نريد دراسة تبدد الضوء الأبيض بهذا الزجاج.

يسقط شعاع ضوئي أبيض منتشر في الهواء على السطح الفاصل للزجاج بزاوية ورود $i = 60°$. أحسب:

أ. زاوية الإنحراف للضوء الأحمر داخل الزجاج.

ب. زاوية الإنحراف للضوء البنفسجي داخل الزجاج.

- ماذا تلاحظ؟

تمرين 94:

قرينة إنكسار زجاج لأجل الضوء الأحمر هي 1,742.

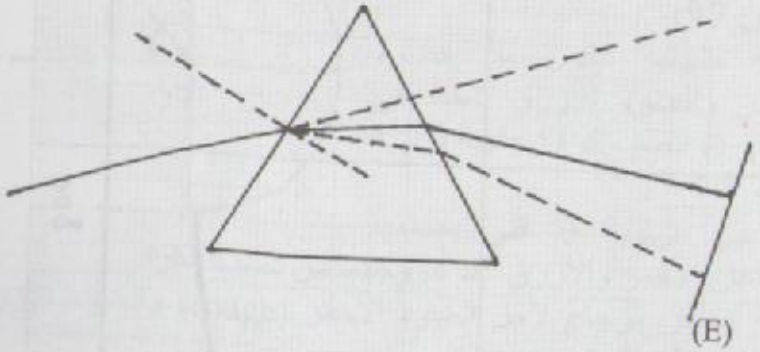
1. ما هي سرعة إنتشار هذا الضوء أثناء إجتيازه الزجاج؟
2. ما هي المدة الزمنية التي يستغرقها هذا الضوء لقطع:

أ. 10 cm من الزجاج؟

ب. 10 cm من الهواء؟.

تمرين 95:

نسقط على وجه موشور ثلاثة إشعاعات مختلفة بنفس زاوية الورود (i)، ونقيس في كل مرة الإنحراف (D) الموافق للإشعاع ذي طول الموجة λ.



تحصلنا على النتائج التالية:

λ(nm)	656	580	434
D(°)	38,42	39,10	39,78

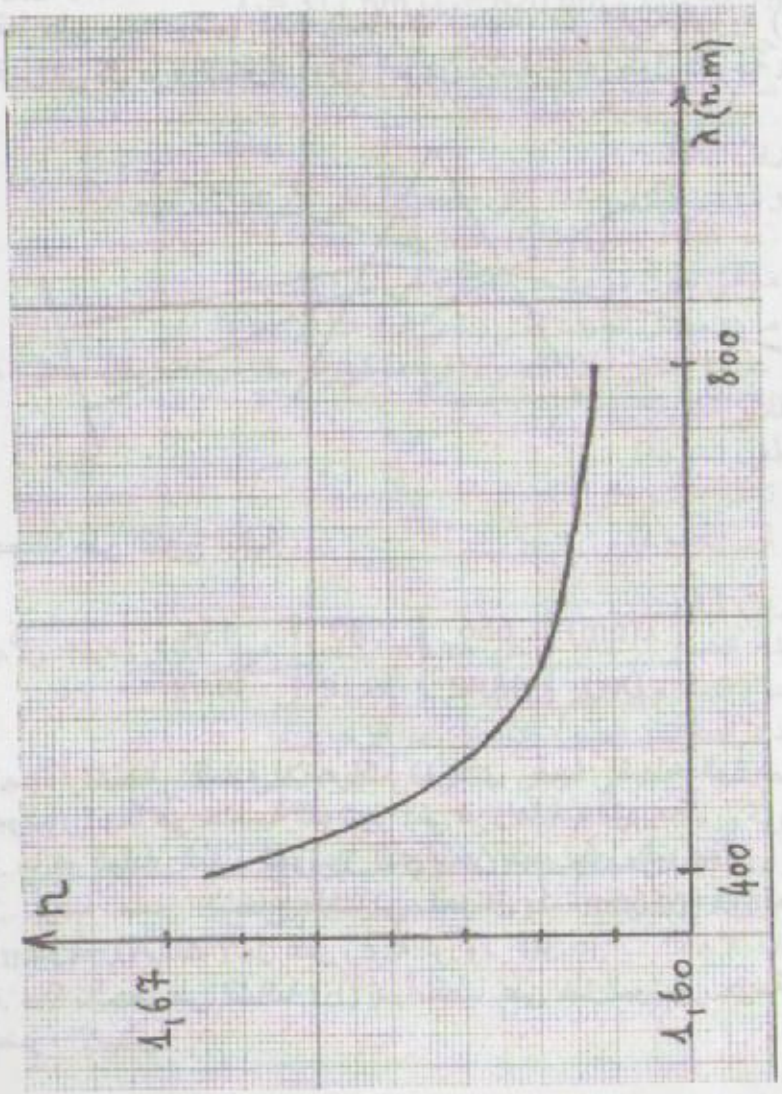
1. ماذا تلاحظ بالنسبة للإنحراف D الذي يصبه الشعاع الوارد إلى الموشور؟ وما هي خاصية الموشور التي تبرزها هذه التجربة؟
2. ما هو المقدار المُميّز للموشور الذي يتغير بتغير طول الموجة؟
3. أرسم مسار الشعاع الضوئي الموافق لـ $\lambda = 656$nm، ثم لـ $\lambda = 434$nm، وذلك لأجل نفس زاوية الورود $i = 30°$.
4. ماذا تلاحظ على الشاشة (E) إذا أسقطنا على هذا الموشور حزمة من الضوء الأبيض؟.

تمرين 96:

يبيّن المنحنى المرفق تطور قرينة إنكسار موشور بدلالة طول موجة الإشعاع λ.

1. عيّن قرينتي إنكسار الموشور الصُغرى والكبرى للإشعاعات المرئية من الطيف.

2. ما هي قرينة إنكسار هذا الموشور لأجل الضوء الأحمر الصادر عن الليزر ذي طول الموجة $\lambda=633nm$؟



3. نسلط حزمة ضوئية على وجه هذا الموشور بزاوية ورود $i = 40°$.

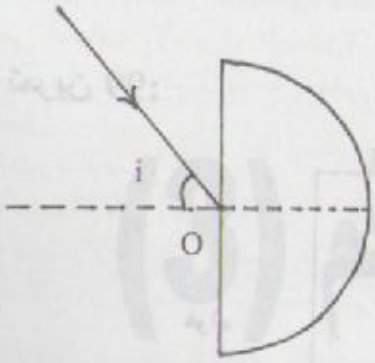
تُصدر هذه الحزمة الضوئية عن مصباح بخار الزئبق وتتكون من ثلاثة إشعاعات ذات أطوال موجات:

$\lambda_1 = 440nm$ ، $\lambda_2 = 580nm$ ، $\lambda_3 = 620nm$

أ. أحسب قرينة إنكسار الموشور الموافقة لكل إشعاع.

ب. عيّن زاوية الإنكسار داخل الموشور لكل إشعاع.

جـ. ماذا تسمى الظاهرة الملاحظة داخل الموشور؟



تمرين 97:

حزمة ضوئية تتكون من الضوء الأحمر والضوء الأزرق تسقط في المركز O لنصف كرة زجاجية بزاوية ورود $i = 70°$.

1. عيّن الزاوية θ التي يصنعها الشعاعان الأحمر والأزرق عند خروجهما من نصف الكرة.

قرينة إنكسار الزجاج لأجل الضوء الأحمر (rouge) والضوء الأزرق (bleue) على الترتيب:

$n_r = 1,74$ ، $n_b = 1,77$

2. ما هي المسافة، مقدرة بـ (mm)، التي تفصل بين الضوئين الأحمر والأزرق عند خروجهما من نصف الكرة، علما أن نصف قطر الكرة هو $R = 15cm$؟

تمرين 98:

موشور من الزجاج زاويته $A=50°$ وقرينة إنكساره لأجل الضوء الأحمر والبنفسجي على الترتيب:

$N_R=1,51$ ، $N_V=1,53$

تسقط حزمة متوازية من الضوء الأبيض على وجه الدخول لهذا الموشور بزاوية ورود $i = 40°$.

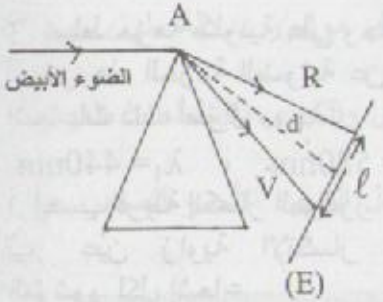
1. أحسب الإنحراف D_R الذي يعانيه الضوء الأحمر والإنحراف D_V الذي يعانيه الضوء البنفسجي عند خروجهما من الموشور.

2. لمشاهدة الطيف المستمر للضوء الأبيض نضع حاجزا (E) على بُعد

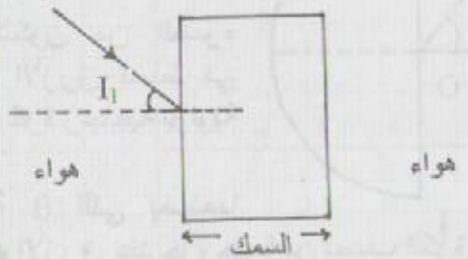
$d = 1{,}37m$ من قمة الموشور وبشكل عمودي على الأشعة الملونة الخارجة من الموشور.

نعتبر أن الأشعة الملونة تنطلق من قمة الموشور.

أحسب العرض ℓ للطيف المشاهد على الحاجز (E).



تمرين 99:



شعاع ضوئي أحمر صادر عن مصباح الليزر منتشر في الهواء يصل إلى أحد وجهي صفيحة زجاجية متوازية الوجهين قرينة إنكسارها $n = 1{,}5$ بورود زاويته $i_1 = 45°$.

1. أحسب زاوية الإنكسار r_1 للشعاع الضوئي داخل الزجاج.
2. أحسب زاوية الورود r_2 التي يصل بها الشعاع الضوئي إلى السطح المستوي الفاصل بين الزجاج والهواء.
3. بأية زاوية إنكسار i_2 يبرُز الشعاع الضوئي من الصفيحة الزجاجية.
4. قارن الزاويتين i_1 و i_2 .
5. ماذا تستنتج فيما يخص منحى الشعاع الوارد ومنحى الشعاع البارز من الصفيحة الزجاجية؟ هل تتعلق هذه النتيجة بقرينة الإنكسار؟
6. نُسلط الآن على هذه الصفيحة حزمة من الضوء الأبيض بنفس زاوية الورود $i_1 = 45°$.

أ. ما هو لون الضوء البارز من الصفيحة الزجاجية؟

ب. قارن تأثير الموشور وتأثير الصفيحة على الضوء الأبيض.

الوحدة رقم (3)

أطياف الإصدار وأطياف الامتصاص

تنقسم الأطياف إلى نوعين رئيسيين: أطياف الإصدار وأطياف الإمتصاص.

1- أطياف الإصدار

- طيف الإصدار هو الطيف الناتج من الضوء الصادر من منبع ضوئي.
- تختلف أطياف الإصدار حسب المنبع الضوئي.

أ- أطياف الإصدار المستمرة ذات الأصل الحراري:

هي أطياف الأضواء الصادرة عن غاز تحت ضغط مرتفع وعن جسم صلب أو جسم سائل مُسخّن حتى التوهج.

مثال:

الضوء الصادر عن:

- مصباح كهربائي متوهج، - لهب شمعة مشتعلة، - معدن منصهر، ...
- طيف الإصدار المستمر هو الطيف الذي تتوالى فيه جميع الألوان دون أي إنقطاع من الأحمر حتى البنفسجي.

طيف مستمر

ب- أطياف الإصدار المتقطعة (أطياف الخطوط)

- طيف الإصدار المتقطع هو الطيف الذي لا نشاهد فيه كل ألوان الطيف المستمر، فهو يتألف من عدد محدود من الخطوط الملونة أيْ من الإشعاعات الوحيدة اللون المتقطعة.
- تنتج أطياف الإصدار المتقطعة من إثارة الغازات الموجودة تحت ضغط منخفض.
- هذه الغازات يمكن أن تكون إما غازات خاملة مثل: Ne،He ،...

وإما أبخرة المعادن مثل: Li،Na، Hg ،...

- كل عنصر من عناصر الجدول الدوري، عندما يكون في الحالة الغازية بضغط منخفض، له طيف إصدار متقطع خاص به يتكون من عدد مُعيّن من الخطوط الملونة.

ملاحظة:

طيف الإصدار المتقطع يسمح بمعرفة هُوية الفرد الكيميائي (ذرات، شوارد).

طيف الخطوط (خلفية سوداء بها خطوط ملونة)

2- أطياف الإمتصاص:

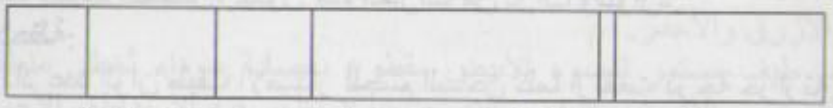
طيف الإمتصاص هو طيف مستمر تتخلله خطوط أو عصابات سوداء نتيجة مرور الضوء الأبيض (أو أي ضوء مركب) عبْر مادة شفافة.

يوجد نوعان من أطياف الإمتصاص:

أ- طيف خطوط الإمتصاص:

هو طيف مستمر تتخلله خطوط سوداء. توافق هذه الخطوط السوداء الإشعاعات الممتصة.

- ينتج هذا الطيف من الضوء الأبيض الذي يجتاز غاز موجود في ضغط منخفض (في درجة حرارة منخفضة).
- يمتص الغاز الإشعاعات التي بإمكانه إصدارها.
- طيف الإمتصاص لغاز ما يعطي المعلومات نفسها التي يعطيها طيف الإصدار لنفس الغاز.



طيف خطوط الامتصاص (خطوط سوداء على خلفية ملونة)

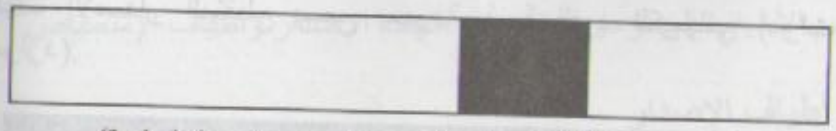
ب- طيف عصابة الإمتصاص:

هو طيف مستمر تتخلله عصابات سوداء. توافق هذه العصابات الإشعاعات الممتصة.

- تنتج أطياف العصابات من الضوء الأبيض الذي يجتاز وسط شفاف ملون (زُجاج مُلون، محلول مُلون).

ملاحظة:

أطياف العصابة هي أطياف جزيئية بينما أطياف الخطوط هي أطياف ذرية أو أطياف شاردية.



طيف عصابة الامتصاص (عصابة سوداء على خلفية ملونة)

3- تطبيقات في الفيزياء الفلكية:

إن تحليل الضوء الصادر عن نجم بعيد يُعطي معلومات عن درجة حرارة سطحه والتركيب الكيميائي لغلافه الجوي بمقارنة طيفه مع أطياف العناصر الكيميائية المعروفة.

- يتألف طيف النجم من طيف إصدار مستمر تتخلله خطوط إمتصاص سوداء يبلغ عددها الآلاف، لهذا السبب، يعتبر النجم ككرة كثيفة من الغازات والأبخرة المتوهجة ذات ضغط مرتفع جداً تعطي طيفا مستمرا (طيف الجسم الساخن)، يحيط بهذه الكرة غلاف جوي من الأبخرة والغازات ذات ضغط منخفض، تتكون من ذرات وشوارد، تمتص هذه الأفراد الكيميائية الإشعاعات الموافقة لها (التي تصدرها) وتُسبب عددًا من الخطوط السوداء في طيف النجم.

مثال: يتكون طيف الشمس من:

- طيف مستمر لأن الشمس تُعتبر جسم ساخن.
- طيف خطوط الإمتصاص لأن الشمس مُحاطة بغلاف جوي من الغازات تحت ضغط منخفض، تتكون هذه الغازات من ذرات وشوارد.

ملاحظة:

يزداد عدد ألوان طيف الإصدار للجسم الساخن كلما ارتفعت درجة حرارته.

- ترتب النجوم حسب درجة حرارة سطحها ولونها. لون النجم يتعلق بدرجة حرارته.

يمكن معرفة درجة حرارة نجم من خلال تبديد الضوء الصادر عنه بواسطة مطياف وتعيين أطوال موجات الإشعاعات الشديدة الإضاءة ثم نحسب درجة حرارة سطحه اعتباراً من العلاقة:

$$\lambda_m \cdot T = 2{,}9\times10^{-3}\, m.K$$

حيث T درجة حرارة سطح النجم مقدرة بكالفين (K)

λ_m : طول موجة الإشعاع الشديد الإضاءة.

تمارين

تمرين 100:

أعط اسم الطيف الناتج من الأضواء التالية:

1- الضوء الصادر من جسم ساخن.

2- الضوء الصادر من أنبوب مملوء ببخار الزئبق تحت ضغط منخفض عند إثارته.

3- الضوء الصادر من مصباح توهج.

4- الضوء الأبيض الذي إجتاز بخار الصوديوم الموجود تحت ضغط منخفض.

5- الضوء الصادر من غاز ساخن تحت ضغط مرتفع.

6- الضوء الأبيض الذي إجتاز صفيحة زجاجية حمراء.

7- الضوء الصادر من لهب شمعة مشتعلة.

تمرين 101:

نعتبر الأطياف التالية:

1- طيف يحتوي على جميع الألوان من الأحمر إلى البنفسجي.

2- طيف يحتوي على عدد معيَّن من الخطوط الملوّنة.

3- طيف مستمر للضوء الأبيض تتخلله خطوط سوداء في مناطق البنفسجي والأزرق والأحمر.

4- طيف مستمر للضوء الأبيض مقطوع بعصابة سوداء تُغطي منطقة الأخضر والأزرق والنيلي والبنفسجي، ولا تظهر فيه إلا مناطق الأحمر والبرتقالي والأصفر.

أعط إسم كل طيف من الأطياف المقترحة محدداً نوع الضوء الموافق له.

تمرين 102:

نعتبر طيفي الإصدار لمصباحين:

- طيف الإصدار لمصباح توهج درجة حرارته منخفضة.
- طيف الإصدار لمصباح توهج درجة حرارته مرتفعة.

1- ما هو نوع الطيف الصادر عن كل مصباح؟

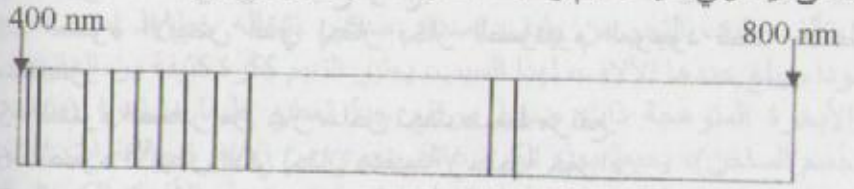
2- ما هو الطيف الذي يحتوي على عدد أكبر من الألوان؟ علل ذلك.

3- طيف الإصدار للمصباح الثاني يتكون من أربعة ألوان رئيسية وهي: الأحمر، الأصفر، الأخضر، الأزرق.
نجعل الضوء الصادر عن هذا المصباح يجتاز صفيحة زجاجية ملوّنة.
نلاحظ أن طيف الضوء الذي إجتاز الصفيحة يتكون من لون رئيسي واحد هو الأخضر.

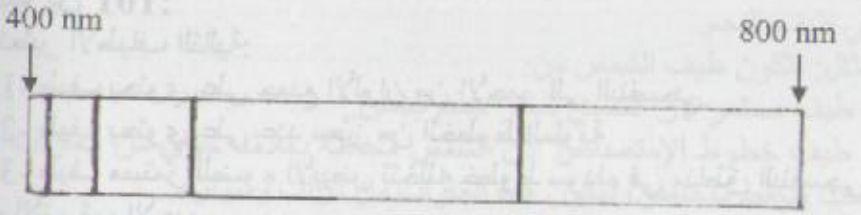
أ- ماذا حدث للألوان الأخرى الصادرة عن المصباح؟
ب- ماذا يسمى هذا النوع من الطيف؟
جـ- استنتج لون الصفيحة الزجاجية.

تمرين 103:

يُعطى فيما يلي طيف نجم وطيف بخار عنصر الهيدروجين.



طيف النجم

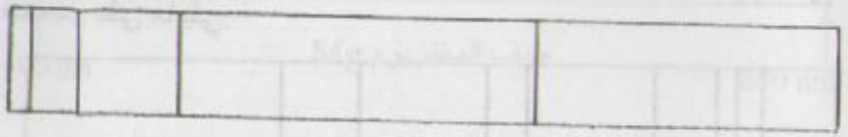


طيف بخار الهيدروجين

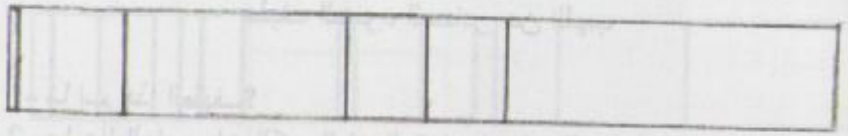
لقد تم تحقيق هذين الطيفين بنفس المطياف ذي الشبكة وفي الظروف نفسها.
1- ماذا يسمى الطيف الناتج عن بخار الهيدروجين؟
2- ماذا يسمى الطيف الصادر عن النجم؟
3- ما هي منطقة النجم التي تُعطي:
أ- الطيف المستمر للضوء الأبيض؟
ب- طيف خطوط الإمتصاص؟
4- في ماذا تفيدنا دراسة خطوط الإمتصاص في طيف النجم؟
5- هل الهيدروجين موجود في هذا النجم؟ علل ذلك.
6- في أية منطقة من النجم يتواجد هذا العنصر؟

تمرين 104:

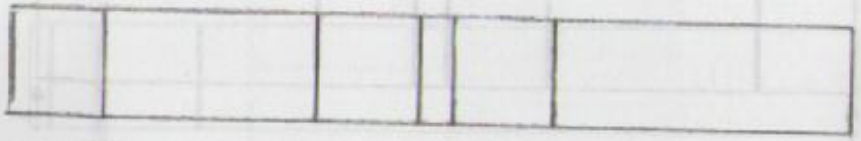
تعطى أطياف ثلاثة عناصر كيميائية وهي: H، Fe، K كالتالي:



طيف الهيدروجين H



طيف الحديد Fe



طيف البوتاسيوم K

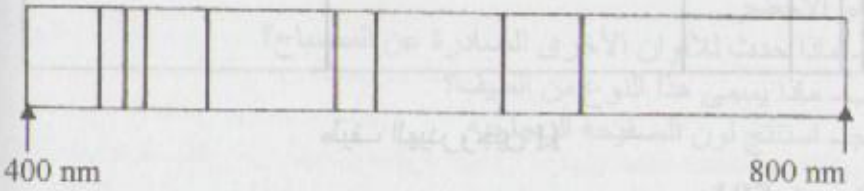
كما يعطى طيف نجم بعيد كالتالي:

طيف النجم

1- ما إسم أطياف العناصر الثلاثة؟
2- ما إسم طيف النجم؟
3- قارن أطياف العناصر الثلاثة مع طيف النجم. ماذا تلاحظ؟
4- ما هو التركيب الكيميائي للغلاف الجوي للنجم الذي تستنتجه من هذه المقارنة؟

تمرين 105:

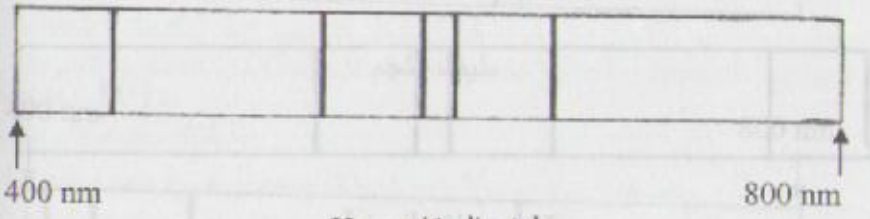
نُذر فوق لهب شمعة مشتعلة قليلا من محلول يحتوي على عنصرين كيميائيين، ثم ندرس طيف الضوء الصادر من اللهب عند ذرّ المحلول فوقه، فنحصل على ما يلي:



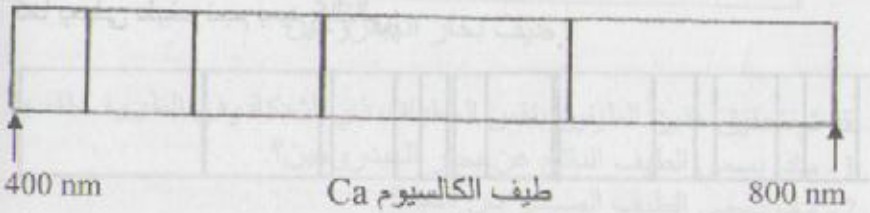
طيف الضوء الصادر عن اللهب

1- ما إسم هذا الطيف؟

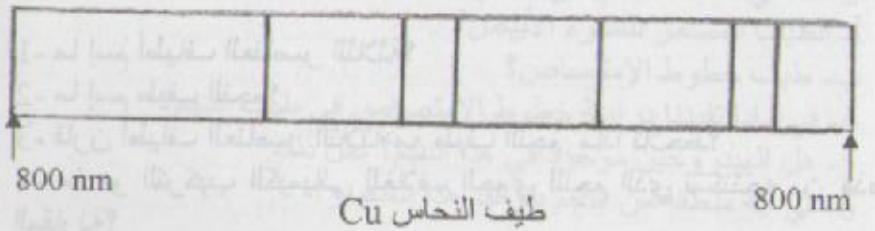
2- ما هما العنصران الكيميائيان المتواجدان في المحلول من بين العناصر ذات الأطياف التالية:



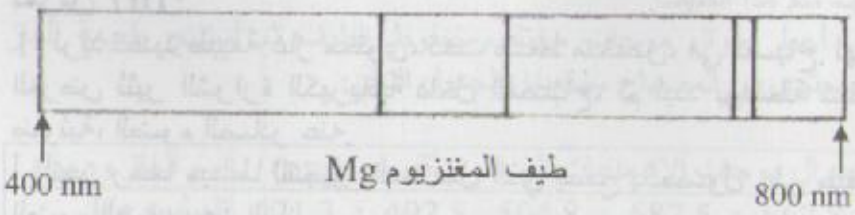
طيف البوتاسيوم K



طيف الكالسيوم Ca



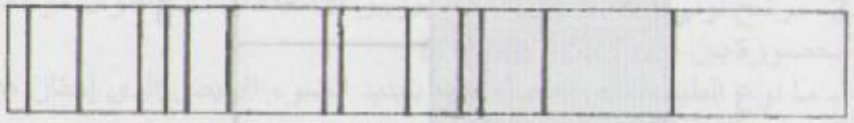
طيف النحاس Cu



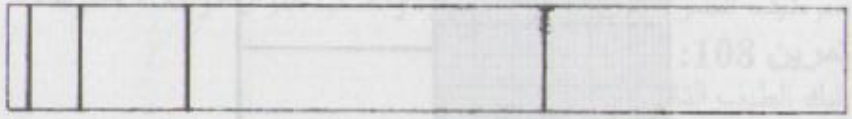
طيف المغنزيوم Mg

تمرين 106:

فيما يلي يُعطى طيف نجم بجوار طيف الهيدروجين:



طيف النجم



طيف الهيدروجين

1- هل يتواجد الهيدروجين في النجم؟ علل.

2- في أية منطقة من النجم يتواجد هذا العنصر؟

3- الإشعاعات الصادرة عن عنصر السيليسيوم Si، عندما يكون في الحالة الغازية، تتميز بأطوال الموجات التالية مقدرة بـ (nm):

390,5 ، 716,5 ، 615,5 ، 557,6 ، 504,1 ، 462,1

أ- هل يتواجد عنصر السيليسيوم في الغلاف الجوي للنجم؟

ب- ما هو مجال الطيف الذي ينتمي إليه الإشعاع ذو طول الموجة:

390,5 nm ؟

جـ- ما هو الطيف الذي يعطيه بخار السيليسيوم تحت ضغط منخفض؟

أرسم هذا الطيف.

تمرين 107:

1- نريد تحديد طبيعة غاز محتوى، تحت ضغط منخفض، في مصباح. لهذا الغرض نُثير الشرارة الكهربائية داخل المصباح، ثم نُبدد بواسطة شبكة ضوئية، الضوء الصادر عنه.

أ- أنجز رسما مبسطا للتجهيز المستعمل الذي يسمح بالحصول على طيف الضوء الصادر عن الغاز.

ب- الطيف الملاحظ على الحاجز سمح بالحصول على الوثيقة التالية:

جـ- سمِّ هذا الطيف.

د- أعط أطوال موجات مختلف خطوط الطيف ثم أستنتج طبيعة الغاز المحتوى في المصباح مستعينا بالجدول التالي:

أطوال موجات الإشعاعات الصادرة مُقدرة بـ (nm)	اسم الغاز ورمزه
667,8 ; 587,5 ; 504,8 ; 492,5 ; 471,3	الهيليوم He
642 ; 599 ; 587 ; 533 ; 494,5	الكريبتون Kr
690 ; 670 ; 580 ; 547 ; 432	الزئبق Hg(بخار)

2- مُرشح لوني (un filtre) يسمح بمرور الإشعاعات ذات أطوال موجات محصورة بين 525 nm و 600 nm .

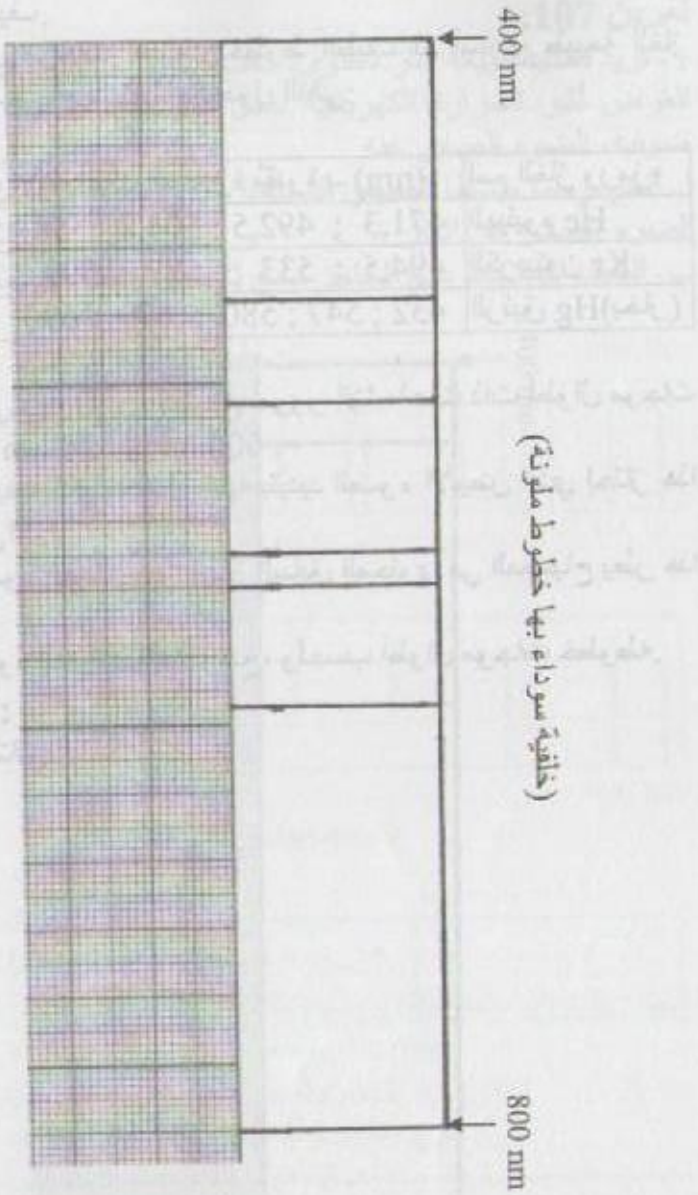
أ- ما نوع الطيف الذي نحصل عليه بتبديد الضوء الأبيض الذي إجتاز هذا المرشح اللوني؟

ب- نجعل الضوء الصادر عن الغاز السابق المحتوى في المصباح يعبُر هذا المرشّح.

سمِّ طيف الضوء الذي إجتاز المرشح، وأحسب أطوال موجات خطوطه.

تمرين 108:

إليك الطيف التالي:



1- ما اسم هذا الطيف؟ وما هو مصدره؟
2- أحسب أطوال موجات الإشعاعات التي يبرزها هذا الطيف. هل هي إشعاعات صادرة أم إشعاعات ممتصة؟

3- ما هو العنصر الكيميائي الباعث لهذه الإشعاعات من بين العناصر التالية:

المغنزيوم: 457 nm، 571 nm، 632 nm. Mg:

الليثيوم: 460 nm، 548,5 nm، 671 nm. Li :

اليود: 410 nm، 595 nm، 662 nm. I :

4- حدّد لون كل خط من خطوط الطيف المقترح بالاستعانة بالجدول التالي الذي يعطي حدود كل لون من ألوان الضوء الأبيض.

البنفسجي	الأزرق	الأخضر	الأصفر	البرتقالي	الأحمر
450 - 400	500 - 450	570 - 500	590 - 570	610 - 590	780 - 610

5- نجعل حزمة من الضوء الأبيض تجتاز بخار العنصر المدروس.
أرسم طيف الضوء الأبيض الذي إجتاز بخار العنصر، الموجود تحت ضغط منخفض، وأعط إسمه.
6- قارن الطيف الأول بالطيف الثاني. ماذا تلاحظ وماذا تستنتج؟

تمرين109:

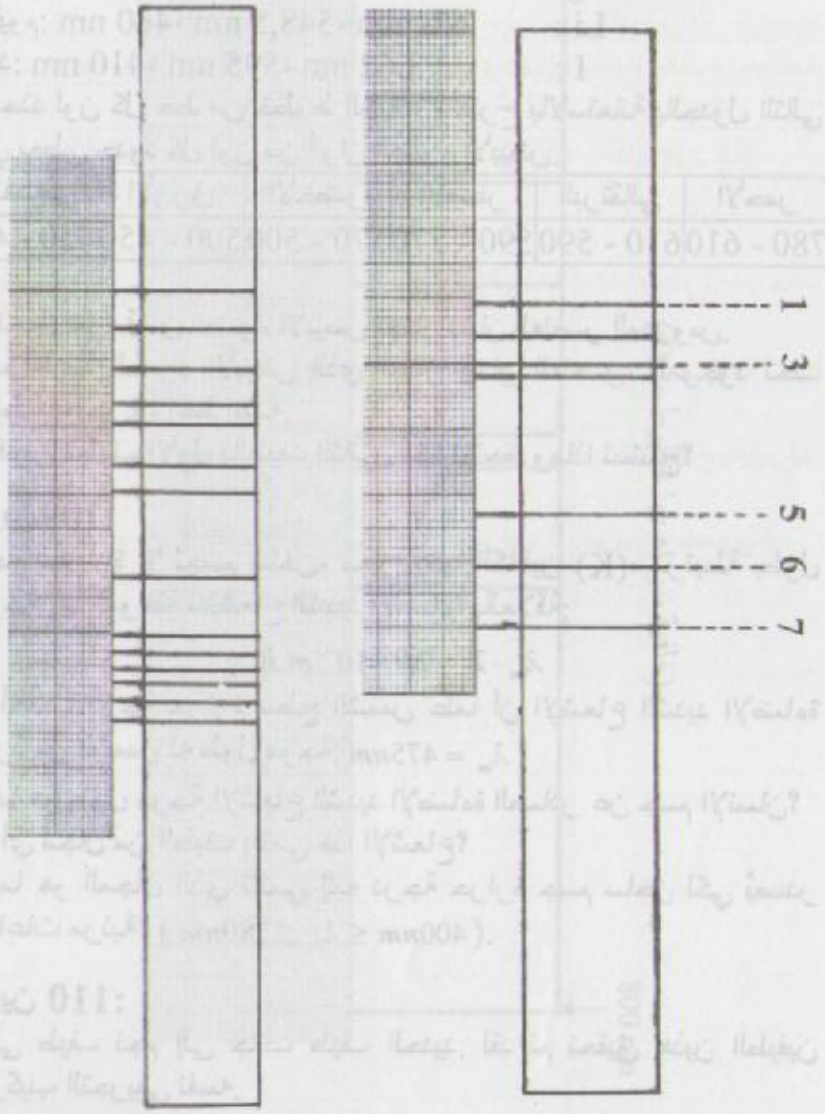
درجة الحرارة T لجسم ساخن، معبَّر عنها الكالفين (K)، مرتبطة بطول الموجة λ_m الموافقة للإشعاع الشديد الإضاءة بالعلاقة:

$$\lambda_m \cdot T = 2{,}9 \times 10^{-3}\ m.K$$

1- أحسب درجة حرارة سطح الشمس علما أن الإشعاع الشديد الإضاءة الوارد من الشمس له طول موجة: $\lambda_m = 475nm$
2- ما هو طول موجة الإشعاع الشديد الإضاءة الصادر عن جسم الإنسان؟ إلى أي مجال من الطيف ينتمي هذا الإشعاع؟
3- ما هو المجال الذي تنتمي إليه درجة حرارة جسم ساخن لكي يُصدر إشعاعات مرئية؟ ($400nm \le \lambda_m \le 780nm$).

تمرين 110:

يُعطى طيف نجم إلى جانب طيف الحديد. لقد تم تحقيق هذين الطيفين بالتركيب التجريبي نفسه.



طيف الحديد
(خلفية سوداء بها خطوط ملوّنة)

طيف النجم
(خلفية ملوّنة بها خطوط سوداء)

1- ما إسم طيف الحديد؟ وما إسم طيف النجم؟

2- تمثل الأرقام (1)، (2)، ...، (7) بعض خطوط طيف الحديد.

أ- أكمل الجدول التالي حيث x يمثل المسافة، مقدرة بـ (cm)، التي تفصل بين الخط رقم (1) وبقية خطوط الطيف، و λ هي طول الموجة الموافقة لكل خط.

رقم الخط	1	2	3	4	5	6	7
$\lambda(nm)$	404,4	430,0	451,0	460,0	565,0	604,0	649,4
$x(cm)$	0						

ب- أرسم المنحنى: $\lambda = f(x)$

جـ- أوجد العلاقة التي تربط طول الموجة λ بالمسافة x .

3- بمقارنة طيف النجم بطيف الحديد، عيّن أطوال موجات كل خطوط طيف النجم.

4- أشرح باختصار كيف تسمح مقارنة طيف نجم ما مع أطياف العناصر الكيميائية المعروفة بتحديد التركيب الكيميائي للغلاف الجوي لهذا النجم.

5- تعطى أطوال موجات خطوط الإصدار للذرات التالية مقدرة بـ (nm):

- الهيليوم (He): 404,6 ، 414,4 ، 447,3 ، 501,6 ، 587,6 .
- الهيدروجين (H): 410 ، 434 ، 486,1 ، 656,3.
- المغنزيوم (Mg): 448,1 ، 457,1 ، 471,1 ، 632.
- الكاليسيوم (Ca): 487,8 ، 435,5 ، 551 ، 672 .
- البوتاسيوم (K): 459 ، 547 ، 597 ، 612 .
- السيليسيوم (Si): 462,1 ، 504,1 ، 554 ، 615,5.

ما هي الذرات المتواجدة في الغلاف الجوي للنجم المدروس؟

حلول التمارين

الميكانيك

التماسك في المادة وفي الفضاء

الوحدة رقم 1: القوة والحركات المستقيمة

تمرين 1:

التعبير عن السرعات بـ (m/s):

25 m/s ؛ 0,6 m/s ؛ 3 m/s ؛ 0,01 m/s .

تمرين 2:

سرعة الراجل:

$$V = \frac{d}{t}$$

حيث: $d = 8,7\ km = 8700\ m$

$t = 1h\ 27\ mn = 1,45\ h = 5220\ s$

نجد: $V = 6km/h \approx 1,67m/s$

تمرين 3:

السرعة المتوسطة للراجل: $V_m = \frac{d}{t}$

حيث: $d = 7 \times 2 = 14\ km = 14000\ m$

$t = 2h\ 13\ mn + 25mn + 2h\ 40mn = 4h\ 78\ mn = 5,3\ h$

$t = 19080\ s$

نجد: $V_m = 2,64km/h \approx 0,734m/s$

تمرين 4:

1- حركة السيارة مستقيمة منتظمة لأن مسارها مستقيم وسرعتها ثابتة (94km/h).

2- المسافة المقطوعة: $d = v \times t$

حيث:

$v = 94km/h$

$t = 2mn30s \approx 0,0417h$

نجد: $d \approx 3,92km$

تمرين 5:

1- المتحرك M_1 هو الأكبر سرعة لأن مخطط مسافته $d = f(t)$ يتميز بأكبر ميل.

2- سرعة كل متحرك:

M_1: 120 km /h ؛ 33,3 m/s

M_2: 72 km /h ؛ 20 m/s

M_3: 36 km /h ؛ 10 m/s

تمرين 6:

1-

أ- حركة A مستقيمة منتظمة لأن الأوضاع المتتالية A_0، A_1، ...، A_7 تنتمي إلى مستقيم والمسافات A_0A_1، A_1A_2، ...، A_6A_7 المقطوعة في نفس المدة (60 ms) متساوية، أي أن سرعة A ثابتة.

ب- تمثيل شعاع السرعة في المواضع A_1، A_3، A_5.

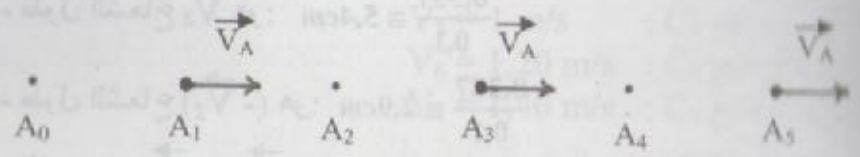
- نحسب أولا قيمة سرعة المركز A:

$$V_A = \frac{A_0A_1}{\tau} = \frac{2,6 \times 1,5 \times 10^{-3}}{60 \times 10^{-3}} = 0,065m/s$$

$$V_A = 6,5 \times 10^{-2}\ m/s$$

حسب السلم المقترح:

أمثل السرعة بشعاع طوله: $\frac{0,065}{0,05} = 1,3cm$



ج- حسب مبدأ العطالة فإن الجسم الصلب لا يخضع لأية قوة مؤثرة (أي أن القوى المطبقة تتعادل) لأن حركته مستقيمة منتظمة.

2-

أ- حركة B مستقيمة متسارعة لأن الأوضاع المتتالية B_0، B_1، B_2، ...، B_6 تنتمي إلى مستقيم، والمسافات المقطوعة في مجالات زمنية متساوية B_0B_1، B_1B_2، ...، B_5B_6 تتزايد.

ب- السرعة اللحظية:

- في الموضع B_2: $V_2 = \frac{B_1B_3}{2\tau} = \frac{4,6\times5\times10^{-3}}{80\times10^{-3}} = 0,287m/s$

- في الموضع B_3: $V_3 = \frac{B_2B_4}{2\tau} = \frac{6,8\times5\times10^{-3}}{80\times10^{-3}} = 0,425m/s$

- في الموضع B_4: $V_4 = \frac{B_3B_5}{2\tau} = \frac{8,6\times5\times10^{-3}}{80\times10^{-3}} = 0,537m/s$

- في الموضع B_5: $V_5 = \frac{B_4B_6}{2\tau} = \frac{9,9\times5\times10^{-3}}{80\times10^{-3}} \cong 0,619m/s$

جـ- تمثيل شعاع تغير السرعة في الموضعين B_3 ، B_4.

- في الموضع B_3 شعاع تغير السرعة هو: $\Delta\vec{V}_3 = \vec{V}_4 - \vec{V}_2$

نُمثل في الموضعB_3 بداية الشعاع $\vec{V}_4$، ثم نُمثل في نهاية $\vec{V}_4$ بداية الشعاع $(-\vec{V}_2)$.

الشعاع $\Delta\vec{V}_3$ هو مجموع الشعاعين $\vec{V}_4$ و $(-\vec{V}_2)$ ،لأن:

$$\Delta\vec{V}_3 = \vec{V}_4 + (-\vec{V}_2)$$

نُمثل بداية شعاع تغيُر السرعة $\Delta\vec{V}3$ في الموضعB_3 ونهايته في نهاية الشعاع $(-\vec{V}_2)$.

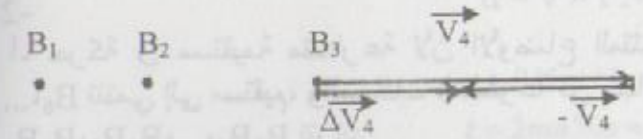
حسب السُلم المقترح:

- طول الشعاع $\vec{V}_4$ هو: $\frac{0,537}{0,1} \cong 5,4cm$

- طول الشعاع $(-\vec{V}_2)$ هو: $\frac{0,287}{0,1} \cong 2,9cm$

- الشعاعان $\vec{V}_4$ و $(-\vec{V}_2)$ لهما نفس الإتجاه (المنحى) وهو المستقيم الحامل للمسار.

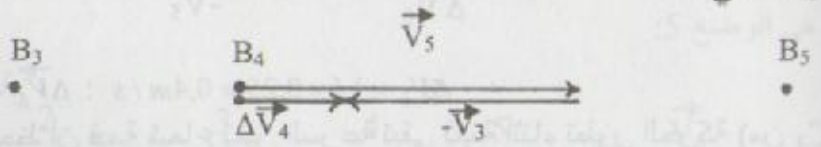
تمثيل شعاع تغير السرعة في الموضع B_3 هو كالتالي:



حسب التمثيل، طول الشعاع $\Delta\vec{V}_3$ هو 2,5 cm ، إذن قيمة شعاع تغيُر السرعة في الموضع B_3 هي: $\Delta V_3 = 2,5\times0,1 = 0,25m/s$

- في الموضع B_4 شعاع تغيُر السرعة هو: $\Delta\vec{V}_4 = \vec{V}_5 - \vec{V}_3$

وبالطريقة نفسها نتحصل على تمثيل شعاع تغيُر السرعة $\Delta\vec{V}_4$ في الموضع B_4 كالتالي:



طول الشعاع $\Delta\vec{V}_4$ هو 1,9 cm ، إذن قيمة شعاع تغيُر السرعة في الموضع B_4 هي: $\Delta V_4 = 1,9\times0,1 = 0,19m/s$.

نلاحظ أن قيمة شعاع تغيُر السرعة تتناقص أثناء تطور الحركة.

د- حسب مبدأ العطالة، يخضع الجسم الصلب إلى قوة مؤثرة لأن حركته ليست مستقيمة منتظمة.

-3

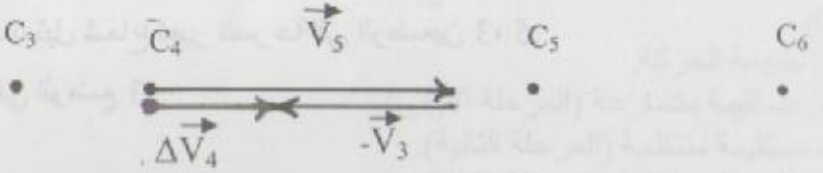
أ- حركة C مستقيمة متسارعة (نفس التعليل السابق).

ب- قيمة السرعة اللحظية (نفس الطريقة السابقة):

- في الوضع C_3: $V_3 = 0,60$ m/s
- في الوضع C_4: $V_4 = 0,80$ m/s
- في الوضع C_5: $V_5 = 1$ m/s
- في الوضع C_6: $V_6 = 1,20$ m/s
- في الوضع C_7: $V_7 = 1,40$ m/s

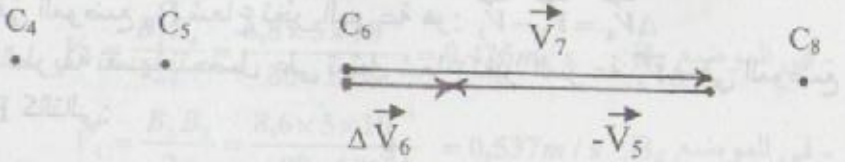
جـ- تمثيل شعاع تغير السرعة:

- في الموضع C_4: $\Delta\vec{V}_4 = \vec{V}_5 - \vec{V}_3$



قيمة $\Delta \vec{V}_4$: $\Delta V_4 = 1,6 \times 0,25 = 0,4 m/s$

- في الموضع C_6: $\Delta \vec{V}_6 = \vec{V}_7 - \vec{V}_5$



قيمة $\Delta \vec{V}_6$: $\Delta V_6 = 1,6 \times 0,25 = 0,4 m/s$

نلاحظ أن قيمة شعاع تغير السرعة تبقى ثابتة أثناء تطور الحركة (من C_3 إلى C_7).

د- حسب هذا التسجيل، تتميز القوة المؤثرة في الجسم الصلب بما يلي:

- نقطة التأثير: موضع مركز الجسم عن اللحظة t من الحركة.
- الجهة: جهة الحركة.
- الإتجاه: المستقيم الحامل للمسار.
- الشدة: ثابتة.

تمرين 7:

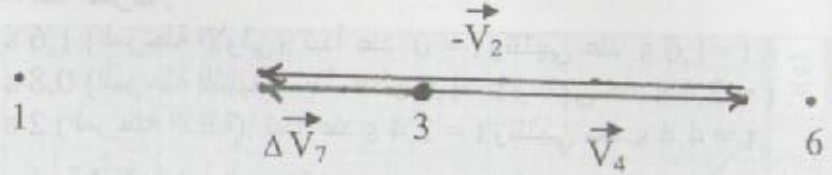
1- الحركة مستقيمة متباطئة لأن الأوضاع المتتالية على استقامة واحدة والمسافات المقطوعة في مجالات زمنية متساوية ومتعاقبة تتناقص أثناء الحركة.

2- قيمة شعاع السرعة:

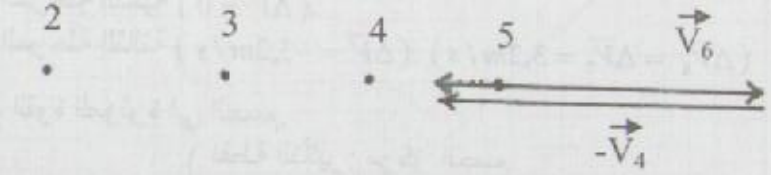
- في الوضع 2: $V_2 = 0,636$ m/s
- في الوضع 3: $V_3 = 0,504$ m/s
- في الوضع 4: $V_4 = 0,432$ m/s
- في الوضع 5: $V_5 = 0,384$ m/s
- في الوضع 6: $V_6 = 0,348$ m/s

3- تمثيل شعاع تغير السرعة في الوضعين 3، 5:

- في الوضع 3:



- في الوضع 5:



- قيمة $\Delta \vec{V}_3$ (0,2 m/s)
- قيمة $\Delta \vec{V}_5$ (0,08 m/s) . قيمة الشعاع $\Delta \vec{V}$ تتناقص.

4- مميزات القوة المؤثرة في الجسم الصلب:

- نقطة التأثير: مركز الجسم عند اللحظة t من الحركة.
- الجهة: عكس جهة الحركة.
- الشدة: متناقصة.
- الإتجاه: المستقيم الحامل للمسار.

تمرين 8:

1- مسار مستقيم.

2- المدة هي: $t = 4,4$ s

3- المسافة المقطوعة خلال المدة t هي: $d = 20,8$ m

4- السرعة المتوسطة، قيمتها $V_m \approx 4,73$ m/s

5- ثلاث مراحل.

6-

أ- طبيعة الحركة.

- مستقيمة متسارعة (المرحلة الأولى).
- مستقيمة منتظمة (المرحلة الثانية).
- مستقيمة متباطئة (المرحلة الثالثة).

ب- مدة الحركة.

- 1,6 s (المرحلة الأولى): تبدأ عند $t = 0$ وتنتهي عند $t = 1,6\ s$.
- 0,8 s (المرحلة الثانية): تبدأ عند $t = 1,6\ s$ وتنتهي عند $t = 2,4\ s$.
- 2 s (المرحلة الثالثة): تبدأ عند $t = 2,4\ s$ وتنتهي عند $t = 4,4\ s$.

جـ- قيمة شعاع تغير السرعة في موضعين متتاليين:

- المرحلة الأولى ($\Delta \overline{V} = 4m/s$). ($\Delta \overline{V_1} = \Delta \overline{V_2} = 4m/s$)
- المرحلة الثانية ($\Delta V = 0$).
- المرحلة الثالثة ($\Delta \overline{V} = -3,2m/s$). ($\Delta \overline{V_8} = \Delta \overline{V_7} = 3,2m/s$)

د- القوة المؤثرة في الجسم.

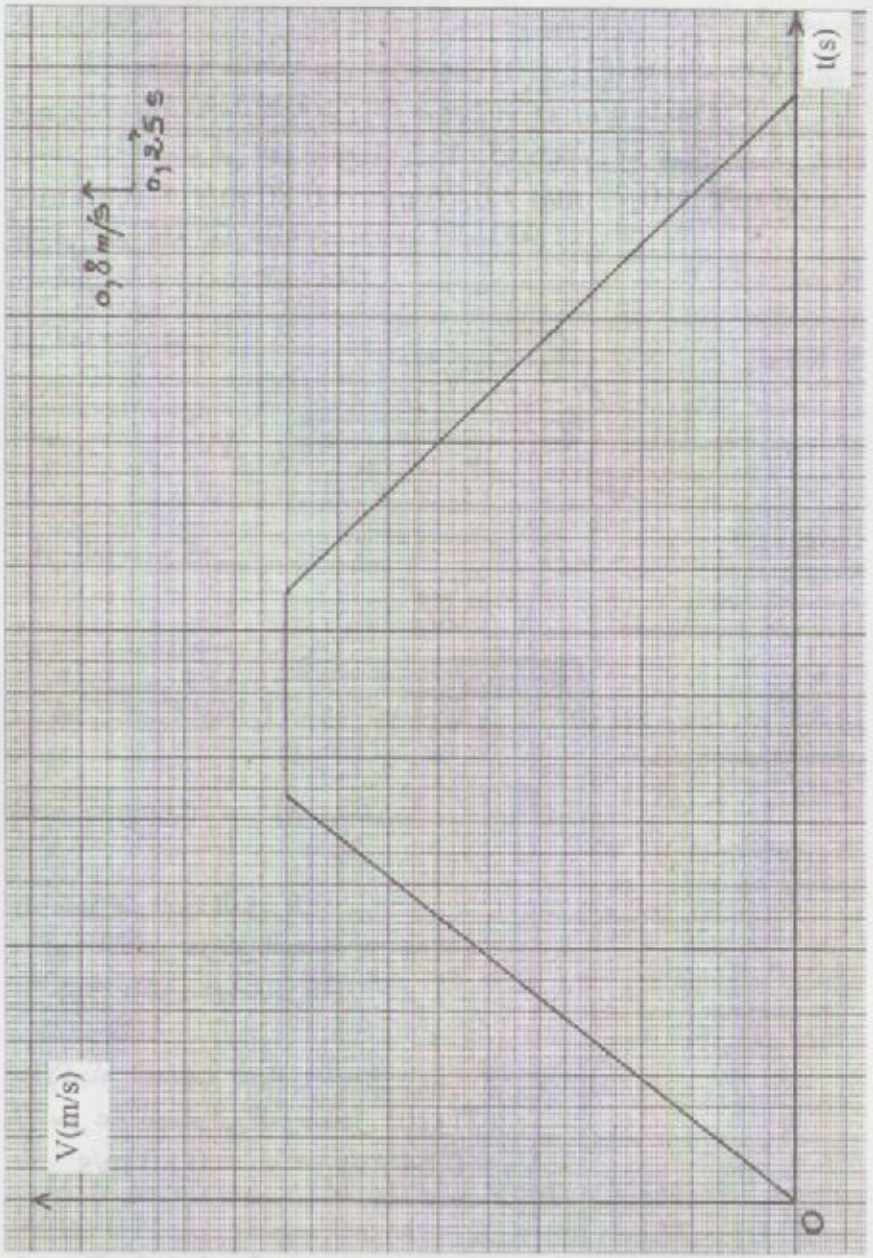
- المرحلة الأولى:
  - نقطة التأثير: مركز الجسم
  - الجهة: جهة الحركة
  - الاتجاه: المسار المستقيم.
  - الشدة: ثابتة.

- المرحلة الثانية (لا توجد قوة مؤثرة حسب مبدأ العطالة).

المرحلة الثالثة:

- نقطة التأثير: مركز الجسم.
- الجهة: عكس جهة الحركة.
- الاتجاه: المسار المستقيم.
- الشدة: ثابتة.

7- مخطط السرعة:



تمرين 9:

1- مسار مستقيم.

2- مرحلتان:

- مرحلة مستقيمة منتظمة بين الموضعين (0) و (3)، مدتها 0,06 s.
- مرحلة مستقيمة متباطئة بين الموضعين (3) و (7)، مدتها 0,08 s .

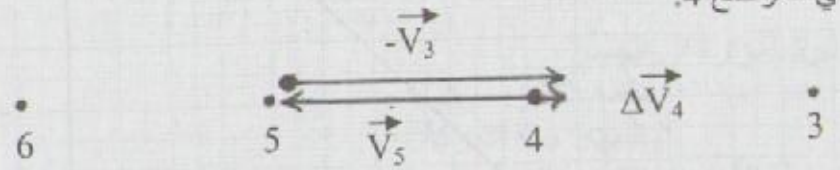
3- سرعة الجسم في المواضع 1، 2، 4، 5، 6 على الترتيب:

0,80 m/s ؛ 0,80 m/s ؛ 0,76 m/s ؛ 0,72 m/s ؛ 0,68 m/s .

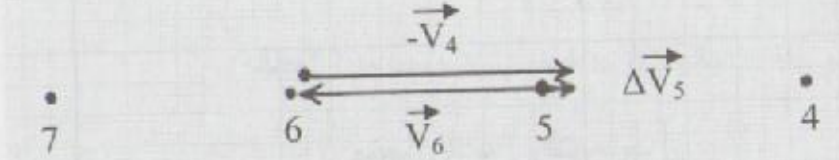
4- في المرحلة المتباطئة (حسب مبدأ العطالة).

5- تمثيل شعاع تغير السرعة:

في الموضع 4:



- في الموضع 5:



نجد: $\Delta\vec{V}_4 = \Delta\vec{V}_5 = -0{,}08\,m/s$

6- مميزات القوة المؤثرة:

- نقطة التأثير: مركز الجسم.
- الجهة: عكس جهة الحركة.
- الشدة: ثابتة.
- الإتجاه: المستقيم الحامل للمسار.

7- سرعة الجسم في الموضعين (0) و(7):

$V_0 = 0{,}80$ m/s ؛ $V_7 = 0{,}64$ m/s

تمرين 10:

1- مستقيمة متسارعة.

2- السرعة المتوسطة لـ P هي على الترتيب:

0,2 m/s ؛ 0,6 m/s ؛ 1 m/s.

3- سرعة P اللحظية (عند اللحظات t_2، t_4، t_6).

5- مميزات القوة المؤثرة في الجسم:

- نقطة التأثير: مركز الجسم.
- الجهة: جهة الحركة.
- الإتجاه: المستقيم الحامل للمسار.
- الشدة: ثابتة.

تمرين 11:

1- مستقيمة متسارعة.

2- المنحنى $V = f(t)$ مستقيم لا يمر بالمبدأ.

3- العلاقة المطلوبة: $V = 1{,}8\,t + 15$

4- $\Delta V = 1{,}8 m/s$

تمرين 12:

1-

أ- خصائص القوة المؤثرة:
- نقطة التأثير: مركز الجسم
- الجهة: جهة $\Delta\vec{V}$
- الاتجاه: المستقيم (M_0M_5)
- الشدة: ثابتة.

ب- المسار مستقيم.

جـ - مستقيمة متسارعة.

2-

أ- $V_0 = 1{,}2$ m/s

ب- سرعات الجسم في المواضع M_1، M_2، M_3، M_4 على الترتيب:

1,5 m/s ؛ 1,8 m/s ؛ 2,1 m/s ؛ 2,4 m/s.

جـ- تمثيل الأوضاع المتتالية M_0، M_1، M_2، ...، M_5 .

نجد الأبعاد التالية: (حسب السُلم المقترح):

$M_0M_2 = 7{,}2$ cm ؛ $M_3M_5 \approx 11{,}5$ cm ؛ $M_1M_3 \approx 8{,}6$ cm

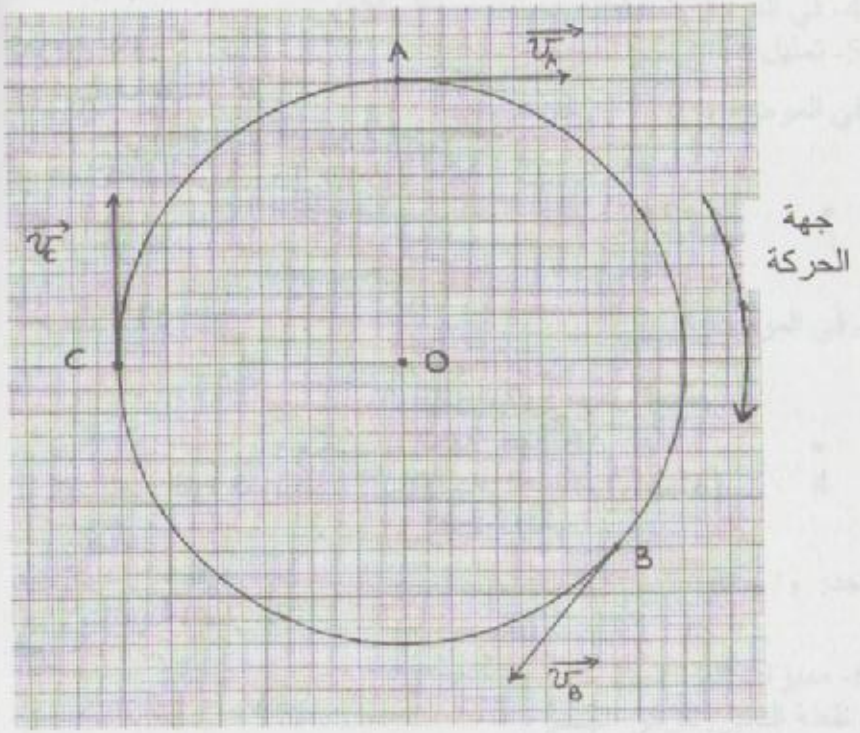
$M_2M_4 \approx 10{,}1$ cm ؛ $M_0M_5 = 23{,}4$ cm (معطاة).

نُمثل هذه النقاط بدءاً بـ M_0 و M_5 ثم M_2 ، ثم M_3 ثم M_1، وأخيراً M_4 .

الوحدة رقم 2: القوة والحركات المنحنية

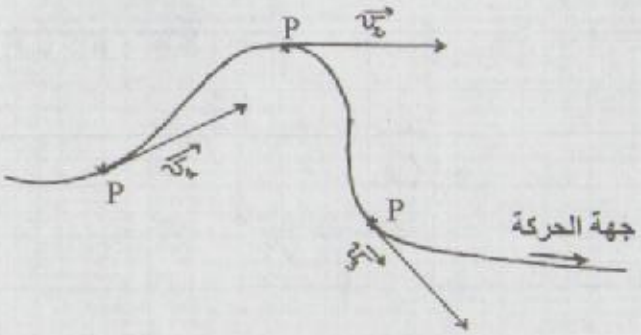
تمرين 13:

تمثيل شعاع السرعة في ثلاثة مواضع مختلفة، مثل A،B،C هو كالتالي:



تمرين 14:

تمثيل شعاع السرعة في المواضع P_1، P_2، P_3، هو كالتالي:



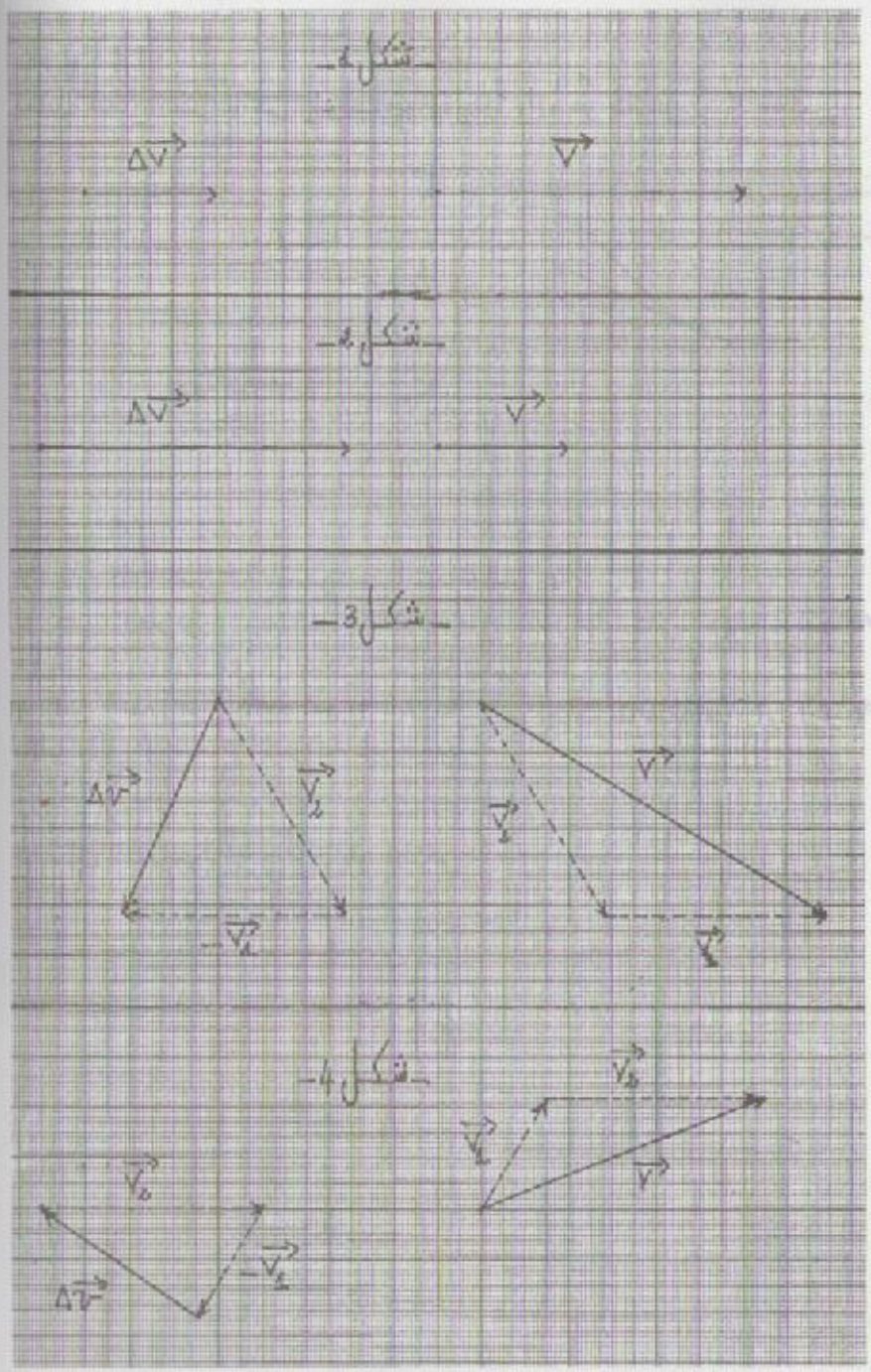
تمرين 15:

لا، لأن كلمة السرعة مقصود منها شعاع السرعة:

- على الطريق المستقيم يحافظ شعاع السرعة على جهته وإتجاهه وقيمته 50km/h أيّ أن شعاع السرعة يبقى ثابتا.
- على المنعطف يحافظ شعاع السرعة على قيمته 50km/h لكن إتجاهه يتغير، أي أن شعاع السرعة غير ثابت.

تمرين 16:

- تمثيل الشعاعين $\vec{V}$ و $\Delta\vec{V}$ هو كالتالي:



- طول كل من الشعاعين $\vec{V}$ و $\Delta\vec{V}$:

الشكل	1	2	3	4
طول $\vec{V}$	7 cm	3 cm	9 cm	6,9 cm
طول $\Delta\vec{V}$	3 cm	7 cm	4,8 cm	4,2 cm

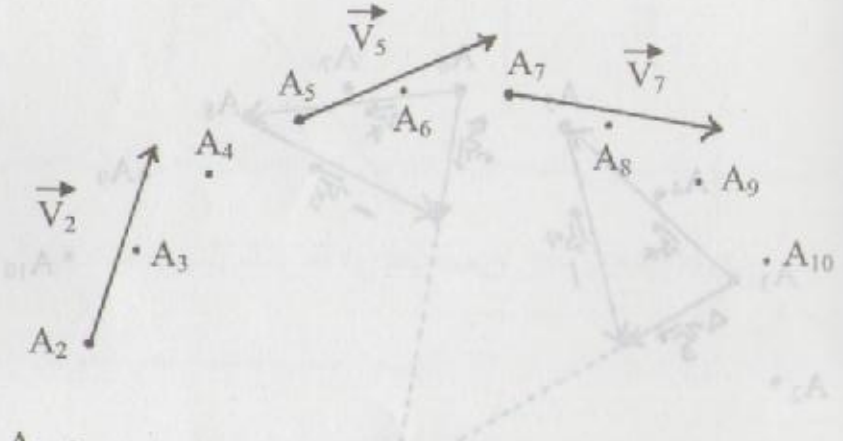
تمرين 17:

1- حركة A دائرية منتظمة، سرعتها V_A حيث:

$$V_A = \frac{A_1A_2}{\tau} = \frac{2\times 25\times 10^{-3}}{50\times 10^{-3}} = 1m/s$$

$$V_A = 1m/s$$

2- تمثيل شعاع السرعة في الأوضاع A_2، A_5، A_7 هو كالتالي:



3- تمثيل شعاع تغيُّر السرعة $\Delta\vec{V}$ في الوضعين A_3، A_6:

* في الوضع A_3 شعاع تغير السرعة هو $\Delta\vec{V}_3$ حيث:

$$\Delta\vec{V}_3 = \vec{V}_4 - \vec{V}_3$$

لنمثل أولا الشعاع $\vec{V}_4$ الذي يتميز بما يلي:

- بدايته: هي النقطة A_3
- جهته: جهة الحركة.

- إتجاهه (منحاه): هو الوتر A_3A_5
- طوله: 4 cm

ثم نمثّل الشعاع $(-\vec{V}_2)$ الذي يتميز بما يلي:
- بدايته: هي نهاية الشعاع $\vec{V}_4$.
- جهته: عكس جهة الشعاع $\vec{V}_2$.
- إتجاهه: هو الوتر A_1A_3
- طوله: 4 cm

شعاع تغيُّر السرعة $\Delta\vec{V}_3$ في الوضع A_3 هو مجموع شعاعين، لأن:

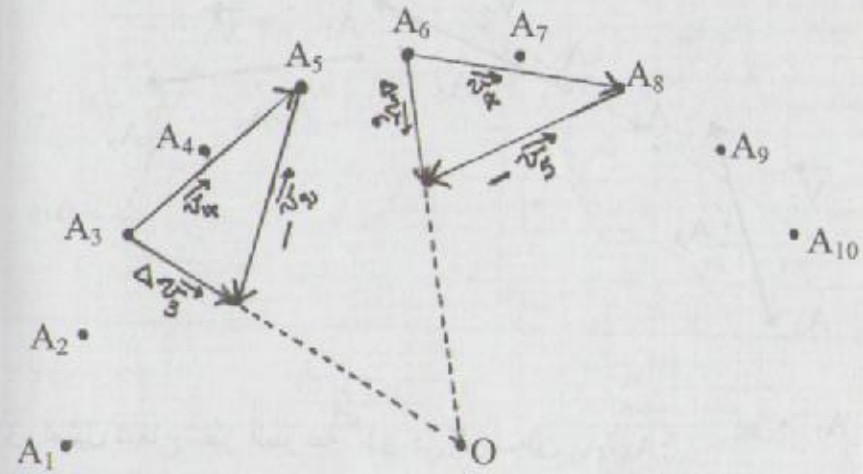
$$\Delta\vec{V}_3 = \vec{V}_4 + (-\vec{V}_2)$$

بداية $\Delta\vec{V}_3$ هي بداية الشعاع $\vec{V}_4$ ونهايته هي نهاية الشعاع $(-\vec{V}_2)$.

* في الوضع A_6 شعاع تغير السرعة هو $\Delta\vec{V}_6$ حيث:

$$\Delta\vec{V}_6 = \vec{V}_7 - \vec{V}_5$$

نُمثّل هذا الشعاع باتباع نفس الطريقة، فنحصل على ما يلي:



4- حسب التمثيل، نلاحظ أن حامل $\Delta\vec{V}_3$ هو المستقيم (OA_3) وحامل $\Delta\vec{V}_6$ هو المستقيم (OA_6)، نستنتج أن أشعة تغيّر السرعة $\Delta\vec{V}$ متجهة نحو المركز O للمسار الدائري.

5- قيمة شعاع تغيُّر السرعة:

- في الوضع A_3 : $\Delta V_3 = 2,3\times 0,25 = 0,575m/s$
- في الوضع A_6 : $\Delta V_6 = 2,3\times 0,25 = 0,575m/s$

نلاحظ أن الشعاعين $\Delta\vec{V}_3$ و $\Delta\vec{V}_6$ متساويان في القيمة.

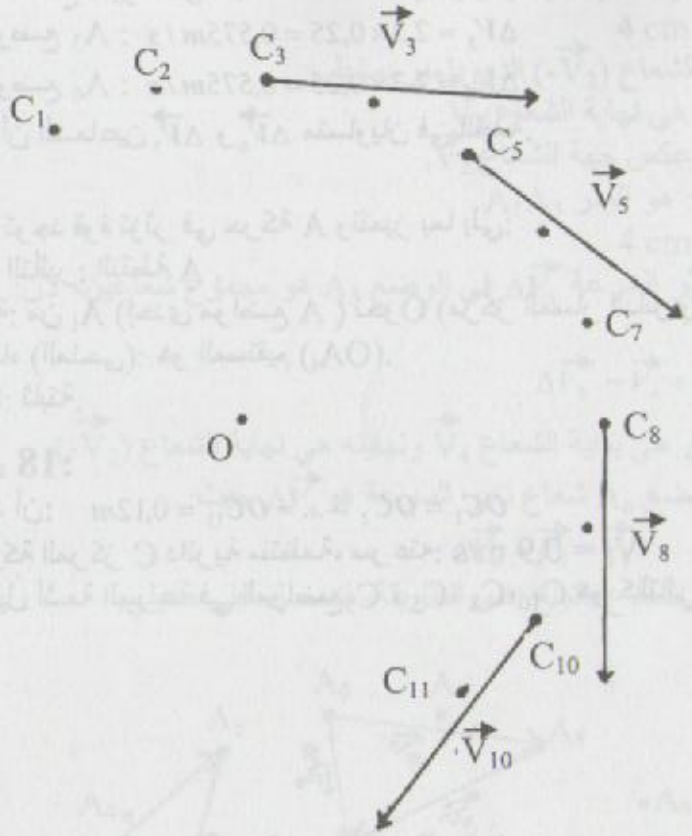
6- نعم توجد قوة تؤثر في حركة A وتتميز بما يلي:
- نقطة التأثير: النقطة A .
- الجهة: من A_i (إحدى مواضع A) نحو O (مركز المسار الدائري).
- الاتجاه (المنحى): هو المستقيم (OA_i).
- الشدة: ثابتة.

تمرين 18:

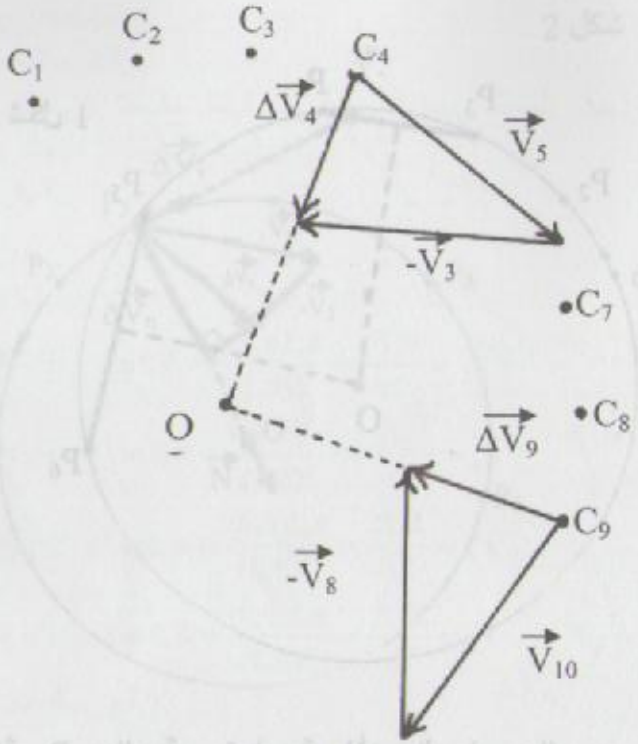
1- نجد أن: $OC_1 = OC_2 = ... = OC_{11} = 0,12m$

2- حركة المركز C دائرية منتظمة، سرعته: $V_c = 0,9$ m/s

3- تمثيل أشعة السرعة في المواضع C_3 ، C_5، C_8، C_{10} هو كالتالي:



4- تمثيل شعاعي يغيُّر السرعة في الموضعين C_4 و C_9 هو كالتالي:



5- المستقيمان الحاملان للشعاعين $\Delta\vec{V}_4$ و $\Delta\vec{V}_9$ يُمران بالمركز O للمسار الدائري.

6- نجد، بيانيا: $\Delta V_4 = \Delta V_9 = 0{,}54 m/s$

الشعاعان $\Delta\vec{V}_4$ و $\Delta\vec{V}_9$ لهما نفس القيمة.

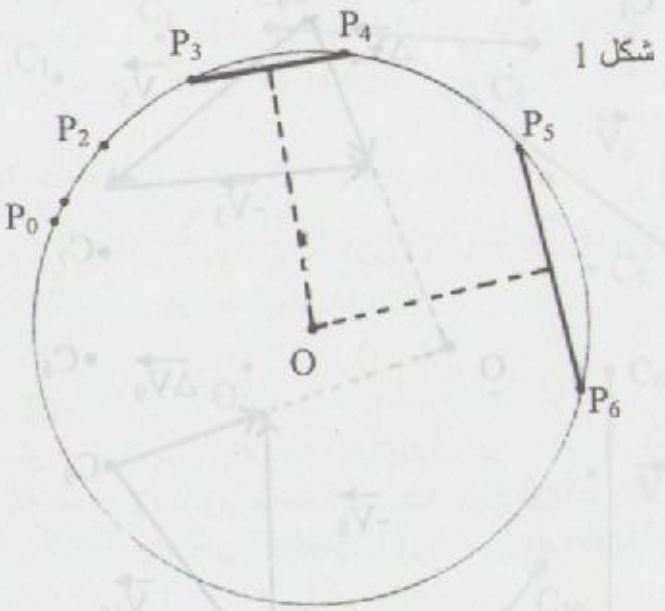
7- القوة المؤثرة في المركز C للجسم الصلب متجهة نحو المركز O للمسار الدائري وذات شدة ثابتة.

تمرين 19:

1- يتم تحديد المركز O للحركة برسم منصفي وترين، مثل، منصف الوتر P_3P_4 ومنصف الوتر P_5P_6. نقطة تلاقي هذين المنصفين هي مركز المسار (شكل 1 ، ص 146).

- نصف قطر المسار الدائري $R = 5cm$.

شكل 1



2- حركة P دائرية متسارعة لأن المسار دائري والمسافات المقطوعة $\overset{\frown}{P_0P_1}$، $\overset{\frown}{P_1P_2}$، ...، $\overset{\frown}{P_5P_6}$ خلال نفس المدة (10 ms) تتزايد أثناء تطور الحركة.

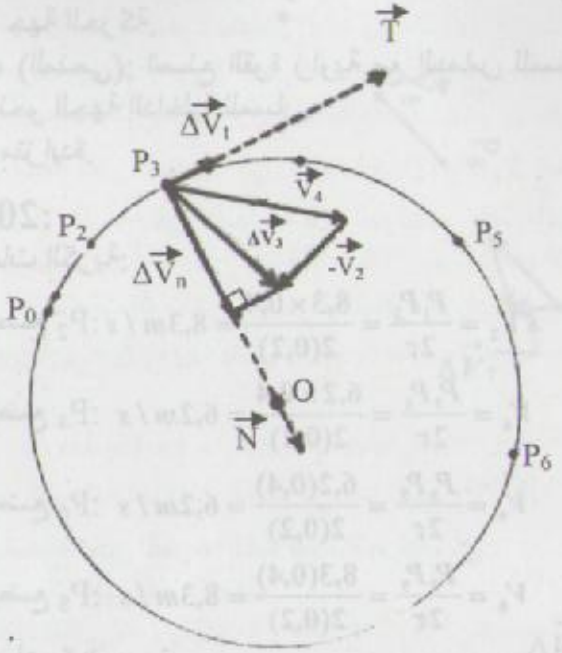
3- سرعة النقطة P في المواضع P_2، P_3، P_4، P_5 على الترتيب:

1,60 m/s ؛ 2,35 m/s ؛ 3,05 m/s ؛ 3,70 m/s.

4- تمثيل شعاع تغيُّر السرعة:

- في الموضع P_3 (شكل 2، ص 147).

شكل 2



- في الموضع P_4: (أنجز الرسم باتباع الطريقة نفسها).

5-

أ- في الموضع P_3 نجد بيانيا: $\Delta V_3 = 2{,}56 m/s$

- على المحور P_3T (المماسي للمسار عند P_3)، نجد بيانيا:

$\Delta V_t = 0{,}88 m/s$

- على المحور P_3N (العمودي للمماس عند P_3)، نجد بانيا:

$\Delta V_n = 2{,}4 m/s$

* في الموضع P_4 ، نجد بيانيا: $\Delta V_4 \cong 4{,}2 m/s$

- على المحور P_4T (المماسي للمسار عند P_4)، نجد بيانيا:

$\Delta V_t = 0{,}24 m/s$

- على المحور P_4N (العمودي للمسار عند P_4)، نجد بيانيا:

$\Delta V_n = 4{,}16 m/s$

ب- مميزات القوة المطبقة على P:

- نقطة التأثير: النقطة P .
- الجهة: جهة الحركة.
- الإتجاه (المنحى): تصنع القوة زاوية مع المماس للمسار عند النقطة P ومتجهة نحو الجهة الداخلية للمسار.
- الشدة: متزايدة.

تمرين 20:

1- سرعات الكرية:

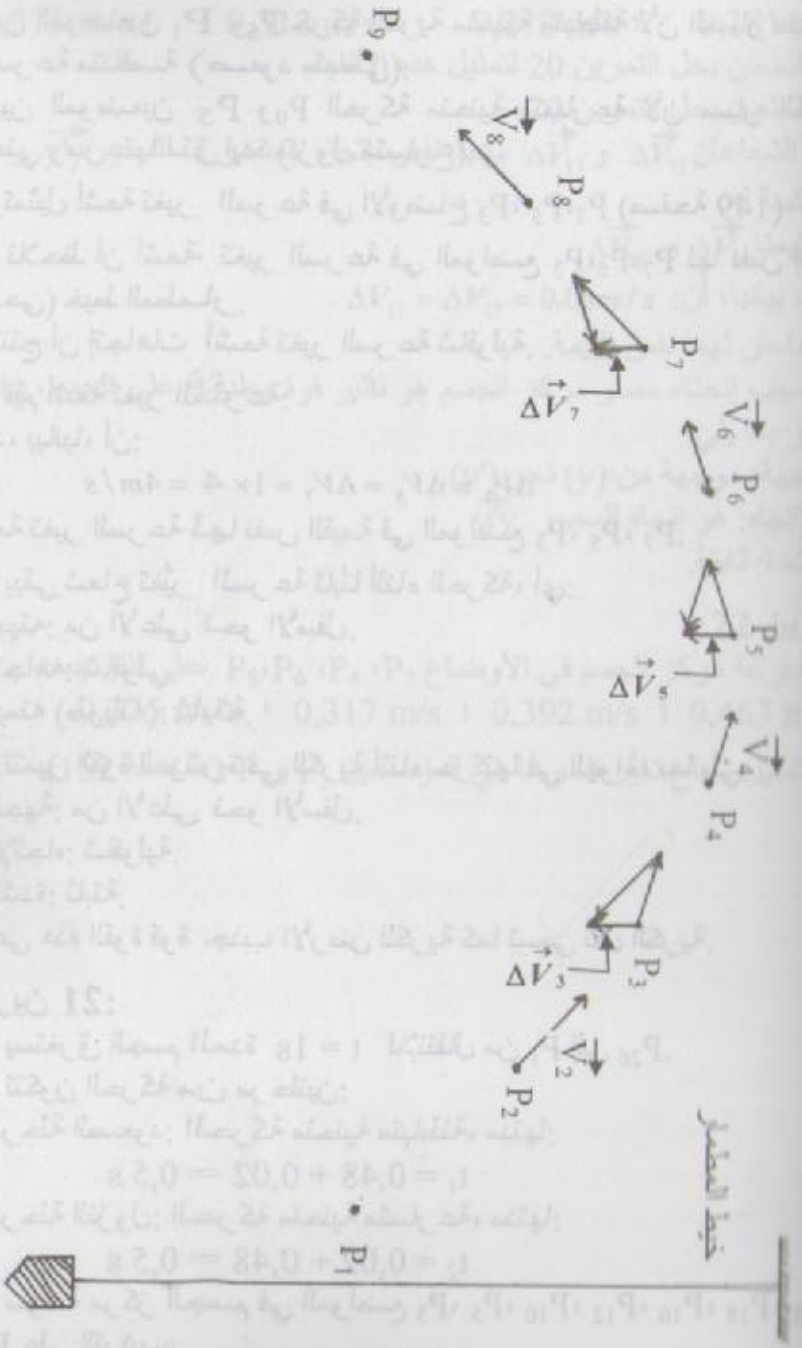
- في الوضع P_2: $V_2 = \frac{P_1P_3}{2\tau} = \frac{8,3 \times 0,4}{2(0,2)} = 8,3m/s$

- في الوضع P_4: $V_4 = \frac{P_3P_5}{2\tau} = \frac{6,2 \times 0,4}{2(0,2)} = 6,2m/s$

- في الوضع P_6: $V_6 = \frac{P_5P_7}{2\tau} = \frac{6,2(0,4)}{2(0,2)} = 6,2m/s$

- في الوضع P_8: $V_8 = \frac{P_7P_9}{2\tau} = \frac{8,3(0,4)}{2(0,2)} = 8,3m/s$

2- تمثيل أشعة السرعة.



-3

- بين الموضعين P_1 وP_5 حركة الكرية منحنية متباطئة لأن المسار منحني والسرعة متناقصة (صعود متباطئ).
- بين الموضعين P_5 وP_9 الحركة منحنية متسارعة لأن مسار الكرية منحني وسرعتها متزايدة (نزول متسارع).

4- تمثيل أشعة تغير السرعة في الأوضاع P_3، P_5، P_7 (صفحة 149)

5- نلاحظ أن أشعة تغير السرعة في المواضع P_3،P_5،P_7 لها نفس إتجاه (منحى) خيط المطمار.

نستنتج أن إتجاهات أشعة تغير السرعة شاقولية.

6- قيم أشعة تغير السرعة:

نجد، بيانيا، أن:

$$\Delta V_3 = \Delta V_5 = \Delta V_7 = 1 \times 4 = 4m/s$$

أشعة تغير السرعة لها نفس القيمة في المواضع P_3، P_5، P_7.

7- يبقى شعاع تغيُّر السرعة ثابتا أثناء الحركة، أي:

- جهته: من الأعلى نحو الأسفل.
- إتجاهه: شاقولي.
- قيمته (طويلته): ثابتة.

8- تتميز القوة المؤثرة في الكرية أثناء حركتها في الهواء، بما يلي:

- الجهة: من الأعلى نحو الأسفل.
- الإتجاه: شاقولية.
- الشدة: ثابتة.

تدعى هذه القوة قوة جذب الأرض للكرية كما تسمى ثقل الكرية.

تمرين 21:

1- يستغرق الجسم المدة $t = 1s$ للإنتقال من P_1 إلى P_{26}.

2- تتكون الحركة من مرحلتين:

- مرحلة الصعود: الحركة منحنية متباطئة، مدتها:

$$t_1 = 0,48 + 0,02 = 0,5\ s$$

- مرحلة النزول: الحركة منحنية متسارعة، مدتها:

$$t_2 = 0,02 + 0,48 = 0,5\ s$$

3- سرعة مركز الجسم في المواضع P_3، P_5، P_{10}، P_{12}، P_{16}، P_{18}، P_{21}، P_{23} على الترتيب:

0,400 m/s ؛ 0,338 m/s ؛ 0,194 m/s ؛ 0,150 m/s؛

0,181 m/s ؛ 0,212 m/s ؛ 0,312 m/s ؛ 0,375 m/s.

4- استعين بحل التمرين 20 لتمثيل هذه الأشعة.

5- استعين بحل التمرين 20.

6- الشعاعان $\Delta\vec{V}_{11}$ و $\Delta\vec{V}_{17}$ لهما نفس إتجاه (منحى) المحور $\vec{y'y}$ وجهة معاكسة له.

7- قيمتا $\Delta\vec{V}_{11}$ و $\Delta\vec{V}_{17}$

نجد، بيانيا، أن: $\Delta V_{11} = \Delta V_{17} = 0,08m/s$

الشعاعان لهما نفس القيمة.

8- سبب إنحناء مسار مركز الجسم هو تأثير قوة مطبقة على الجسم، والتي تتميز بما يلي:

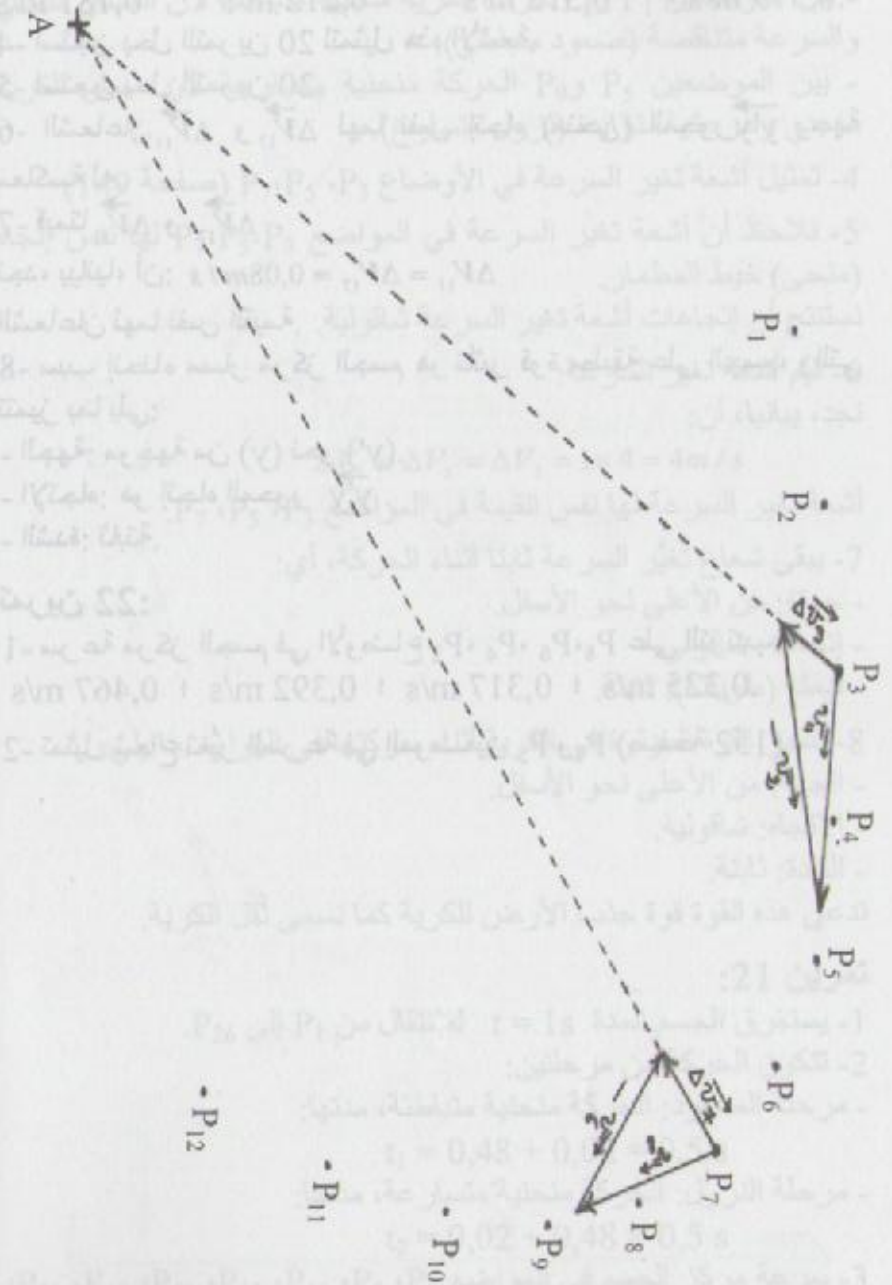
- الجهة: موجهة من (y) نحو (y').
- الإتجاه: هو إتجاه المحور $\vec{y'y}$.
- الشدة: ثابتة.

تمرين 22:

1- سرعة مركز الجسم في الأوضاع P_2، P_4، P_6، P_8 على الترتيب:

0,467 m/s ؛ 0,392 m/s ؛ 0,317 m/s ؛ 0,325 m/s.

2- تمثيل شعاع تغيُّر السرعة في الموضعين P_3 وP_7 (صفحة 152).



3- خصائص الشعاعين $\Delta\vec{V}_3$ و $\Delta\vec{V}_7$:

$\Delta\vec{V}_3$:
- المبدأ: الموضع P_3 .
- الجهة: من P_3 نحو A
- الإتجاه (المنحى): المستقيم (AP_3).
- القيمة: $\Delta V_3 = 0{,}15 m/s$

$\Delta\vec{V}_7$:
- المبدأ: الموضع P_7 .
- الجهة: من P_7 نحو A
- الإتجاه: المستقيم (AP_7).
- القيمة: $\Delta V_7 = 0{,}20 m/s$

4- نجد:

$AP_3 = 19{,}8$ cm و $AP_7 = 23{,}1$ cm

نستنتج أن قيمة شعاع تغيُر السرعة تزداد كلما ابتعد مركز الجسم عن النقطة الثابتة A .

5- تتميز القوة $\vec{T}$ المطبقة من طرف النابض على الجسم بما يلي:

إذا رمزنا بـ (i) إلى رقم الموضع، فإن:
- الجهة: من الموضع P_i نحو النقطة A.
- الإتجاه: المستقيم (AP_i).
- الشدة: متغيرة (تتعلق ببُعد الجسم عن النقطة الثابتة A).
- القوة $\vec{T}$ التي يؤثر بها النابض على الجسم هي قوة جاذبة لأنها متجهة دوما نحو النقطة الثابتة A .

تمرين 23:

1- تتكون الحركة من مرحلتين.

2- طبيعة الحركة ومدتها في كل مرحلة:
- بين الموضعين P_1 و P_3 : الحركة منحنية متباطئة تدوم 0,2s.
- بين الموضعين P_3 و P_7 : الحركة منحنية متسارعة تدوم 0,4s.

3- سرعة النقطة P في المواضع P_3، P_4، P_5، P_6 هي على الترتيب:
1,98 m/s ؛ 2,25 m/s ؛ 2,83 m/s ؛ 3,60 m/s.

4- يمكنك الإستعانة بالطريقة المستعملة في التمرين17.

5- قيمة شعاع تغير السرعة في الموضعين P_4، P_5:

نجد، بيانيا، أن:

$$\Delta V_4 = \Delta V_5 = 1{,}95 m/s$$

شعاع تغير السرعة له نفس القيمة في الموضعين P_4 وP_5 .

6- تخضع النقطة P إلى قوة لها بعض مميزات $\Delta\vec{V}$:

- نقطة تأثيرها: النقطة P.
- جهتها: من الأعلى نحو الأسفل.
- إتجاهها: الشاقول (الخطوط العمودية في الورقة الملمترية).
- شدتها: ثابتة.

تمرين 24:

1- تتكون الحركة من ثلاث مراحل.

2- طبيعة الحركة:

- في المرحلة الأولى (بين الموضعين 1 ،6): الحركة مستقيمة منتظمة سرعتها 0,8 m/s.
- في المرحلة الثانية (بين الموضعين 6، 15): الحركة منحنية متباطئة.
- في المرحلة الثالثة (بين الموضعين 15، 24): الحركة منحنية متسارعة.

3- السرعة في المواضع 7، 9، 13، 15، 19، 21، على الترتيب:

0,75 m/s ؛ 0,65 m/s ؛ 0,387 m/s ؛ 0,375 m/s ؛ 0,625 m/s ؛ 0,775 m/s.

4- نستعمل نفس طريقة تمرين 22.

نجد، بيانيا، القيَم التالية لأشعة تغيُّر السرعة في المواضع 8، 14، 20 :

$$\Delta V_8 = 0{,}14 m/s \quad ؛ \quad \Delta V_{14} = 0{,}24 m/s \quad ؛ \quad \Delta V_{20} = 0{,}20 m/s$$

5- تزداد قيمة شعاع تغيُّر السرعة كلما كانت النقطة المسجّلة بعيدة عن النقطة الثابتة C.

6- إمتدادات أشعة تغيُّر السرعة $\Delta\vec{V}_i$ (أو المستقيمات الحاملة لـ $\Delta\vec{V}_i$) تمر بالنقطة C (راجع التمرين 22).

7- للقوة $\vec{F}$ المؤثرة في حركة الجسم الخصائص التالية:

- الجهة: من النقطة المسجلة نحو C .
- الإتجاه: المستقيم الواصل بين النقطة المسجلة والنقطة C.
- الشدة: مُتغيّرة (تتعلق ببُعد النقطة المسجلة عن النقطة C).

تمرين 25:

1- تتكون الحركة من مرحلتين.

2- طبيعة الحركة:

- في المرحلة الأولى: الحركة منحنية منتظمة سرعتها 0,625 m/s.
- في المرحلة الثانية: الحركة مستقيمة منتظمة سرعتها 0,6 m/s.

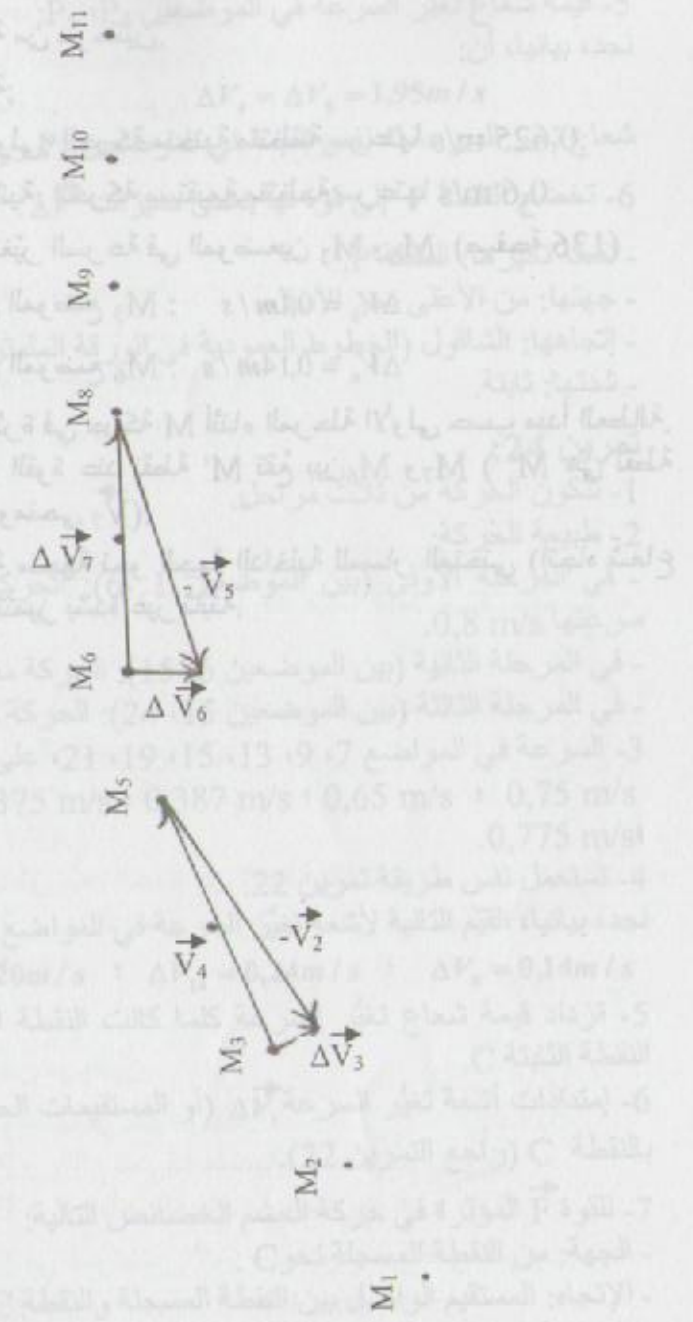
3- تمثيل شعاع تغيّر السرعة في الموضعين M_3 وM_6 (صفحة 136)

- نجد، بيانيا، في الموضع M_3 : $\Delta V_3 = 0{,}1 m/s$

- نجد، بيانيا، في الموضع M_6 : $\Delta V_6 = 0{,}14 m/s$

4- توجد قوة مؤثرة في حركة M أثناء المرحلة الأولى حسب مبدأ العطالة. ينتهي تأثير هذه القوة عند نقطة 'M تقعُ بينM_6 وM_7 ('M هي نقطة تقاطع منحى$\vec{V}_6$ ومنحى $\vec{V}_7$).

5- القوة المطبقة متجهة نحو الجهة الداخلية للمسار المنحني (إتجاه شعاع تغير السرعة) وتتميز بشدة غير ثابتة.



تمرين 26:

1- القوة $\vec{F}$ لها نفس جهة ونفس إتجاه (منحى) شعاع سرعة الحركة المستقيمة المنتظمة.

2- القوة $\vec{F}$ لها نفس إتجاه شعاع سرعة الحركة المستقيمة المنتظمة وجهة معاكسة له.

3- القوة $\vec{F}$ عمودية على شعاع سرعة الحركة المستقيمة المنتظمة (وتتميّز بشدة ثابتة).

تمرين 27:

1- طبيعة الحركة.

مستقيمة منتظمة (شكل 1)؛ مستقيمة متباطئة (شكل 2)؛ مستقيمة متسارعة (شكل 3)؛ دائرية متسارعة (شكل 4)؛ دائرية منتظمة (شكل 5).

2- تمثيل إتجاه وجهة القوة:

شكل 2 { - الجهة: عكس جهة الحركة.
- الإتجاه: إتجاه الحركة (المستقيم الحامل للمسار).

شكل 3 { - الجهة: جهة الحركة.
- الإتجاه: إتجاه الحركة (المستقيم الحامل للمسار).

شكل 4 { - الجهة: نحو الجهة الداخلية للمسار الدائري.
- الإتجاه: تصنع القوة مع شعاع السرعة عند لحظة t
زاوية α ، حيث $0° < \alpha < 90°$.

شكل 5 { - الجهة: نحو مركز المسار الدائري.
- الإتجاه: القوة عمودية مع شعاع السرعة عند كل لحظة t.

تمرين 28:

تغيُّر المسار الأصلي المستقيم الناتج عن الإصطدام، سببه، حسب مبدأ العطالة، تأثير قوة خارجية على الكرية.

تمرين 29:

1- مستقيمة منتظمة. سرعة الدراج: $V_C = 21,6\ km/h$

2- مستقيمة متسارعة.

3- عند اللحظة $t = 12s$.

4-

أ- المسافة المقطوعة عند $t = 8s$:

48 m (الدراج) ؛ 16m (الحافلة).

ب- نجد: $d = 32\ m$

- مساعدة:

نختار كمبدأ (O) موضع الدرّاج لحظة إقلاع الحافلة عند اللحظة $t = 0\ s$.

* عند لحظة الإلتحاق:

- يبعد الدرّاج عن المبدأ (O) بمسافة:

(بيانيا) $X_C = 48\ m$

-وتبعد الحافلة عن المبدأ (O) بمسافة:

(بيانيا) $X_B = d + 16$

عند اللحظة $t = 8s$ ، $X_C = X_B$

ومنه: $d = 32\ m$

5-

أ- الدرّاج يحتل المقدمة (أستعمل الطريقة السابقة).

ب- الحافلة تحتل المقدمة (أستعمل الطريقة السابقة).

6- أستعمل الطريقة الموضحة في الجواب (4 ب)، تجد:

$$X_C = X_B = 96\ m$$

تمرين 30:

1- إكمال الجدول هو كالتالي:

t(s)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
d(m)	0,05	0,20	0,45	0,80	1,25	1,80	2,45	3,20	4,05	5,0
V(m/s)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	/

ملاحظة: نجد قيمة السرعة عند اللحظة t كالتالي:

مثال:

السرعة اللحظية عند $t = 0,6s$ هي نفسها السرعة المتوسطة بين اللحظتين المجاورتين لـ (0,6s) أي: $t = 0,5s$ و $t = 0,7s$ لأن الفارق الزمني بين موضعين متتاليين هو $\tau = 0,1$ حسب الجدول.

نحسب: $V_6 = \frac{2,45-1,25}{2(0,1)} = 6m/s$

2- مستقيمة متسارعة (المسار مستقيم والسرعة متزايدة).

3- القوة المؤثرة شاقولية، موجهة نحو الأسفل وذات شدة ثابتة لأن $\Delta\vec{V}$ له قيمة ثابتة (2 m/s).

تمرين 31:

1- إكمال الجدول:

t(s)	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70
V_x(m/s)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
V_y(m/s)	0,98	1,96	2,94	3,92	4,90	5,88	

2- حركة الجسم على (ox) مستقيمة منتظمة.

3- حركة الجسم على (oy) مستقيمة متسارعة.

4- القوة المؤثرة وفق المحور oy تدعى قوة جذب الأرض للجسم (ثقل الجسم).

5- تتغير السرعة وفق إتجاه القوة المطبقة (شقالوليا).

الوحدة رقم 3 :الحركة والقوة والمرجع

تمرين 32:

1- المرجع المرتبط بالأرض.

2- كل جسم يمكن أن يكون ساكنا ومتحركا في آن واحد حسب المرجع الذي ينسب إليه.

3- ينقص الجملتين المرجع الذي تنسب إليه الحركة.

تمرين 33:

1- الطائرة متحركة.

2- المرجعان هما:

- المرجع السطحي الأرضي.
- أرضية الطائرة.

3- المرجع هو: العربة الصغيرة.

تمرين 34:

1- النقطة C لا تخضع لأية قوة مؤثرة، حسب مبدأ العطالة، لأن حركتها مستقيمة منتظمة.

2- سرعة النقطة C :

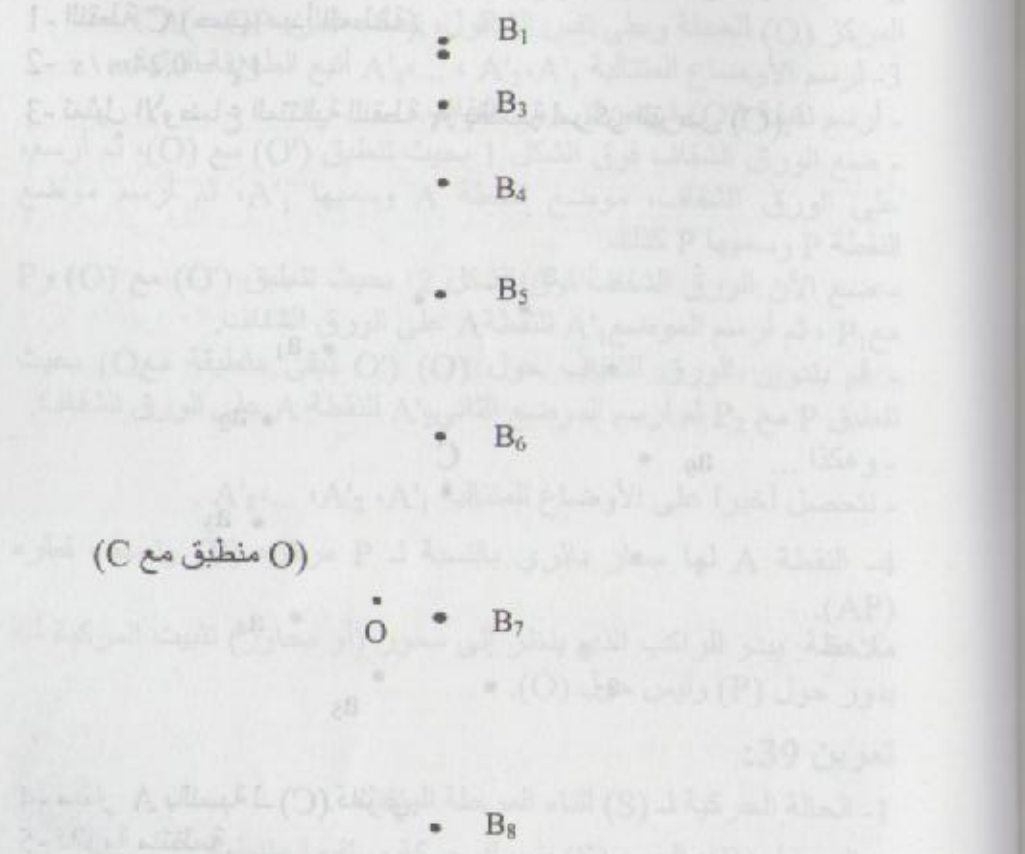
$$V_C = \frac{C_1C_2}{\tau} = \frac{2\times 0,1}{0,08} = 2,5m/s$$

$$V_C = 2,5m/s$$

سرعة الدرّاج بالنسبة للمرجع الأرضي هي كذلك:

$$V = V_C = 2,5m/s$$

3- تمثيل أوضاع النقطة B بالنسبة لمرجع مرتبط بالنقطة C.



- نرسم أولا، في أعلى ورق شفاف، خط مستقيم يوازي مسار النقطة C ، ثم نتبع الطريقة المقترحة.

4- تتحرك B بالنسبة لـ C حركة مستقيمة متسارعة لأن الأوضاع المتتالية على إستقامة واحدة والمسافات المتتالية B_1B_2، B_2B_3، ...، B_7B_8 المقطوعة في نفس المدة (80 ms) تتزايد أثناء تطور الحركة.

5- سرعة الكرية في الموضع B_5 :

$$V_5 = \frac{B_4B_6}{2\tau} = \frac{5\times 0,1}{0,16} = 3,12m/s$$

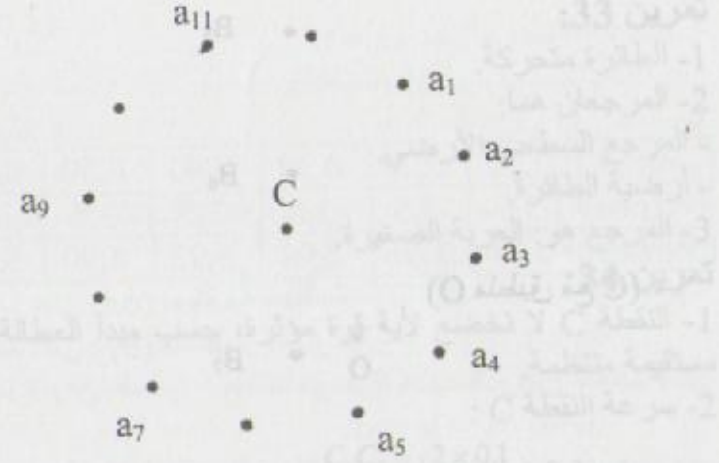
$$V_5 = 3,12m/s$$

تمرين 35:

1- النقطة C (حسب مبدأ العطالة).

2- $V_C = 0{,}24 m/s$

3- تمثيل الأوضاع المتتالية للنقطة A بالنسبة لمركز القرص (C).



4- مسار A بالنسبة لـ (C) دائري.

5- دائرية منتظمة.

تمرين 36:

أ- مسار منحني (قطع مكافئ).

ب- مسار مستقيم.

تمرين 37:

1- 30 km/h

2- 33 km/h

3- 27 km/h

تمرين 38:

2- النقطة A لها مسار دائري، بالنسبة للأرض، مركزه (C) يقع تحت المركز (O) للعجلة وعلى نفس الشاقول، نصف قطره $CA = OP$.

3- لرسم الأوضاع المتتالية A'_1، A'_2 ، ...، A'_8 أتبع الطريقة التالية:

- أرسم نقطة (O') في مركز ورق شفاف.

- ضع الورق الشفاف فوق الشكل 1 بحيث تنطبق (O') مع (O)، ثم أرسم، على الورق الشفاف، موضع النقطة A وسميها A'_1، ثم أرسم موضع النقطة P وسميها P كذلك.

- ضع الآن الورق الشفاف فوق الشكل 2 بحيث تنطبق (O') مع (O) و P مع P_1 ، ثم أرسم الموضع A'_1 للنقطة A على الورق الشفاف.

- قُم بتدوير الورق الشفاف حول (O) (O' تبقى منطبقة معO) بحيث تنطبق P مع P_2 ثم أرسم الموضع الثاني A'_2 للنقطة A على الورق الشفاف.

- وهكذا ...

- نتحصل أخيراً على الأوضاع المتتالية A'_1، A'_2، ...، A'_8 .

4- النقطة A لها مسار دائري بالنسبة لـ P مركزه (P) ونصف قطره (AP).

ملاحظة: يبدو للراكب الذي ينظرُ إلى محور (أو محاور) تثبيت المركبة أنه يدور حول (P) وليس حول (O).

تمرين 39:

1- الحالة الحركية لـ (S) أثناء المرحلة المنتظمة.

- بالنسبة لـ (R): الجسم (S) يتحرك حركة مستقيمة منتظمة.

- بالنسبة لـ (R'): الجسم (S) في حالة سكون.

2- الحالة الحركية لـ (S) أثناء المرحلة المتباطئة:

- بالنسبة لـ (R): يتحرك (S) حركة مستقيمة منتظمة.

- بالنسبة لـ (R'): يتحرك (S) حركة مستقيمة متسارعة (يندفع (S) نحو الأمام بالنسبة للشاحنة).

3- أثناء المرحلة المستقيمة المنتظمة للشاحنة:

- (S) يخضع إلى قوتين متعادلتين (ثقله ورد فعل أرضية الشاحنة). حسب مبدأ العطالة، (S) إما في حالة سكون وإما في حالة حركة مستقيمة منتظمة.

- بالنسبة لـ (R): يتحرك الجسم (S) حركة مستقيمة منتظمة، ومنه (R) مرجع غاليلي.

- وبالنسبة لـ (R'): الجسم (S) في حالة سكون، ومنه (R') مرجع غاليلي أيضا.

4- أثناء المرحلة المستقيمة المتباطئة للشاحنة:

- يخضع الجسم (S) أيضا إلى نفس القوتين المتعادلتين، حسب مبدأ العطالة، (S) إما في حالة سكون وإما في حالة حركة مستقيمة منتظمة.

- بالنسبة لـ (R): يتحرك الجسم (S) حركة مستقيمة منتظمة، ومنه المرجع (R) غاليلي.

- بالنسبة لـ (R'): الجسم (S) يتحرك حركة مستقيمة متسارعة (يُغادر مكانه في الشاحنة مُندفعا نحو الأمام)، ومنه (R') ليس مرجعا غاليليا.

الوحدة رقم 4: دفع وكبح متحرك

تمرين 40:

أ- القوة المتبادلة بين الجسم والطاولة:

تؤثر الطاولة (T) على الجسم (S) بقوة $\vec{F}_{T/S}$ ، وبدوره يؤثر الجسم (S) على الطاولة بقوة $\vec{F}_{S/T}$ حيث، حسب مبدأ الأفعال المتبادلة:

$$\vec{F}_{T/S} = -\vec{F}_{S/T}$$

من جهة أخرى، الجسم (S) في حالة سكون بالنسبة للطاولة، يخضع إلى قوتين متعادلتين، هما ثقله $\vec{P}$ (قوة جذب الأرض للجسم) والقوة $\vec{F}_{T/S}$ ، حسب مبدأ العطالة:

$$\vec{F}_{T/S} + \vec{P} = \vec{0}$$

ومنه: $F_{T/S} = F_{S/T} = P = 10\ N$

ب- القوة المتبادلة بين الجسم والأرض:

تؤثر الأرض على الجسم (S) بقوة $\vec{P}$، وبدوره، يؤثر الجسم (S) على الأرض بقوة $\vec{F}$ حيث، حسب مبدأ الأفعال المتبادلة:

$$\vec{F} = -\vec{P}$$

ومنه: $F = P = 10\ N$

تمرين 41:

مميزات القوة $\vec{F}_{1\to 2}$

- نقطة التأثير: الكرية B_2
- الجهة: عكس جهة $\vec{F}_{2\to 1}$
- الإتجاه: نفس إتجاه القوة $\vec{F}_{2\to 1}$.
- الشدة: 15 N

تمرين 42:

1- مميزات القوتين المتبادلتين بين (S) والأرض:

- القوتان شاقوليتان لهما نفس الشدة (ثقل S)، إحداهما موجهة نحو الأسفل وهي قوة جذب الأرض للجسم (S) ($\vec{F}_{T/S}$) والثانية موجهة نحو الأعلى وهي قوة جذب الجسم للأرض ($\vec{F}_{S/T}$).

2- مميزات القوتين المتبادلتين بين الجسم (S) والخيط:

- القوتان شاقوليتان لهما نفس الشدة (ثقل S)، إحداهما موجهة نحو الأسفل $\vec{F}_{1\to 2}$ وهي المطبقة من طرف (S) على الخيط، والثانية موجهة نحو الأعلى وهي مطبقة من طرف الخيط على الجسم (S).

تمرين 43:

-1

أ- العلاقة بين القوتين $\vec{T}_1$ و$\vec{P}$ هي: $\vec{T}_1 = -\vec{P}$

- العلاقة بين القوتين $\vec{T}_1$ و$\vec{T}_2$ هي: $\vec{T}_2 = -\vec{T}_1$

ب- القوة المتبادلة مع ثقل (S) هي: $-\vec{P}$

-2

أ- حركة (S) مستقيمة متسارعة.

ب- القوة شاقولية وموجهة نحو الأسفل.

جـ- مقارنة القوتين:

$\vec{T}_2 = -\vec{T}_1$ كما في الحالة الأولى.

($\vec{T}_1 \neq -\vec{P}$ لا يساوي) لأن قيمة $\vec{P}$ أكبر من قيمة $\vec{T}_1$.

ملاحظة:

* $\vec{T}_1$ و $\vec{T}_2$ هما قوتان متبادلتان لأنهما مطبقتان على جملتين مختلفتين (الخيط، والجسم (S)).

* $\vec{T}_1$ و$\vec{P}$ ليست قوتين متبادلتين لأنهما مطبقتان على الجملة (S) نفسها.

- نتيجة:

$\vec{T}_1 = -\vec{T}_2$ مهما كانت الحالة الحركية للجملتين المتبادلتين في الأفعال.

تمرين 44:

-1

أ- لا

ب- نعم

جـ- لا

د- لا

2- قوة الإحتكاك المحرّكة، الجملة المسؤولة عنها هي أرضية الطريق المعبّدة.

تمرين 45:

1- مرحلتان: مرحلة مستقيمة متسارعة متبوعة بمرحلة مستقيمة منتظمة.

2- في المرحلة المتسارعة: $d_1 = 75\ m$

- في المرحلة المنتظمة: $d_2 = 150\ m$

3- في المرحلة الأولى.

- قوة الإحتكاك المحرّكة.

- أرضية الطريق.

-4

أ- الطريق معبّد وجاف في المرحلة المتسارعة.

- الطريق زلج جداً (إنعدام قوة الإحتكاك المحركة وقوة الإحتكاك المعيقة للحركة) في المرحلة المنتظمة.

ب- لا تتغير (تبقى حركة النقطة دائرية متسارعة).

تمرين 46:

2- وصف حركة الجسم الصلب:

أ- ساكن بالنسبة للشاحنة.

ب- يتحرك حركة مستقيمة منتظمة بالنسبة للطريق.

3- ثقله $\vec{P}$ ورد فعل الأرضية رمزه $\vec{R}$.

-4

أ- يندفع الجسم نحو الأمام في جهة حركة الشاحنة.

ب- يندفع الجسم نحو الوراء عكس جهة حركة الشاحنة.

جـ- يندفع الجسم جانبيا نحو خارج المنعطف.

تمرين 47:

1- ثلاث مراحل.

2- على القطعة [AB] الحركة مستقيمة متسارعة مدتها $t_1 = 0,7s$.

- على القطعة [BC] الحركة مستقيمة منتظمة مدتها $t_2 = 0,3s$.

- على القطعة [CD] الحركة مستقيمة متباطئة مدتها $t_3 = 0,4s$.

-3 $V_A = 0\ m/s$ ؛ $V_B = 2,8\ m/s$ ؛ $V_C = 2,8\ m/s$ ؛ $V_D = 0\ m/s$.

-4

أ- على الجزء [AB] (القوة منطبقة مع المسار وفي جهة الحركة).

ب- على الجزء [CD] (القوة منطبقة مع المسار وعكس جهة الحركة).

5- الطريق [BC] أملس تماما.

-6

* في المرحلة الأولى (AB = 98 cm).
* في المرحلة الثانية (BC = 84 cm)
* في المرحلة الثالثة (CD = 56 cm).
* المسافة الكلية المقطوعة d = 2,38 m.

تمرين 48:

نوع وجهة القوة المطبقة على:

1- العجلتين الأماميتين:

- قوة إحتكاك محركة في جهة الحركة أثناء المرحلة المتسارعة.
- قوة إحتكاك معيقة مطبقة عكس جهة الحركة أثناء المرحلة المتباطئة.

2- العجلتين الخلفيتين:

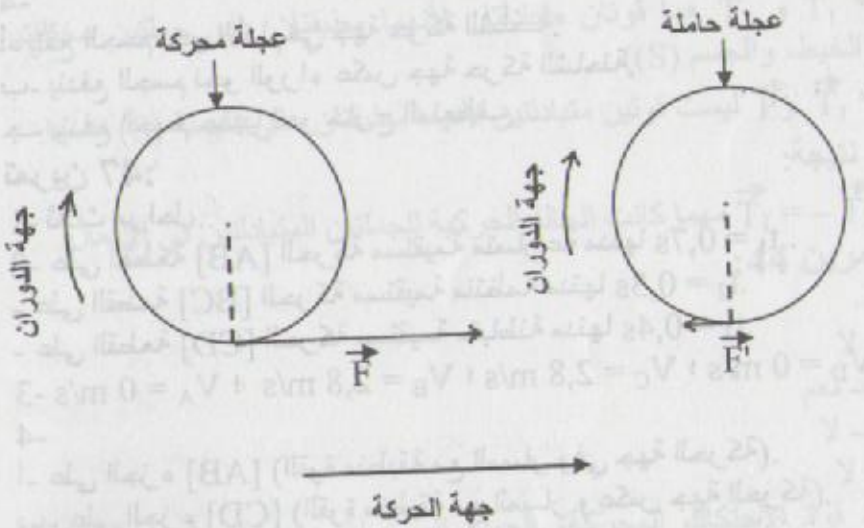
- قوة إحتكاك معيقة مطبقة عكس جهة الحركة في المرحلتين المتسارعة والمتباطئة.

تمرين 49:

1- أرضية الطريق.

2- تؤثر القوة $\vec{F}$ على العجلة المحركة وتؤثر القوة $\vec{F'}$ على العجلة الحاملة.

3- تمثيل القوتين:



التماسك في المادة وفي الفضاء

الوحدة رقم 1: المادة في الكون

تمرين 50:

1- الكتابة العلمية للأعداد:

$3,05\times10^{-6}$ m ؛ $3,783\times10^{5}$ m ؛ $3,64\times10^{4}$ m ؛ 10^{8}m ؛ 10^{4} m ؛ $5,6\times10^{-11}$ m ؛ $9,27\times10^{23}$ m ؛ $5,23\times10^{-15}$ m.

2- رتبة الأعداد على الترتيب:

10^{4} m ؛ 10^{8} m ؛ 10^{4} m ؛ 10^{5} m ؛ 10^{-6} m ؛ 10^{-11} m ؛ 10^{23} m ؛ 10^{-15} m.

تمرين 51:

105×10^{-6} m $(1,05 \times 10^{-4}$ m)

26×10^{-9} m $(2,6 \times 10^{-8}$m)

150×10^{-12} m $(1,5 \times 10^{-10}$m)

21×10^{-15} m $(2,1 \times 10^{-14}$m)

تمرين 52:

- من رتبة 10^{24} kg { - الزهرة - الأرض

- من رتبة 10^{23} Kg { - عطارد - المريخ

- من رتبة 10^{25} kg { - يورانوس - نبتون

- من رتبة 10^{27} Kg المشتري لوحده.

تمرين 53:

قطر الكون	10^{25} m
قطر المجرة	10^{20} m
البعد بين الأرض والشمس	10^{11} m
البعد بين الأرض والقمر	10^{8} m
جبل ارتفاعه 800 m	10^{2} m
طول نملة	10^{-3} m
طول خلية	10^{-5} m
طول جرثوم	10^{-8} m
قطر ذرة	10^{-10} m
قطر نواة	10^{-15} m

تمرين54:

1- هي المسافة التي يقطعها الضوء خلال سنة أرضية.

2- $9{,}461 \times 10^{12}$ km

3- 9 سنوات و 354 يوم (تقريبا).

الوحدة رقم 2 :الأفعال المتبادلة الجاذبة

تمرين 55:

1- شدة قوة التجاذب المتبادلة بين الكرتين:

نطبق قانون الجذب العام:

$$F = G\frac{m \times m'}{d^2}$$

حيث: $G = 6{,}67 \times 10^{-11} U.(SI)$

$$F = 6{,}67 \times 10^{-11}\frac{(1)(1)}{(1)^2} = 6{,}67 \times 10^{-11} N$$

2- شدة قوة التجاذب بين الأرض وإحدى الكرتين هي القوة $\vec{F'}$ حيث:

$$F' = G\frac{m \times M}{d^2}$$

$$d = R = 6400km = 6{,}4 \times 10^{6} m$$

$$F' = 6{,}67 \times 10^{-11}\frac{(1)(6 \times 10^{24})}{(6{,}4 \times 10^{6})^2}$$

نجد: $F' = 9{,}77N$

3- نلاحظ أن:

$$\frac{F'}{F} \approx 150 \times 10^{9}$$

القوة F' أكبر من القوة F بمائة وخمسين مليار مرة، أي أن قوة التجاذب بين الكرتين مهملة تماما أمام قوة التجاذب التي تؤثر بها الأرض على كل من الكرتين.

تمرين 56:

قوة التجاذب المتبادلة بين الأرض والجسم المتواجد على سطحها هي $\vec{F}$ حيث:

$$F = G\frac{m \times M}{R^2}$$

نحسب النسبة: $\frac{GM}{R^2}$

نجد: $\frac{GM}{R^2} \approx 9,8U.(SI)$

ومنه: $F = 9,8\ m = mg = p$

تمرين 57:

- كتلة الأرض: $M = 6 \times 10^{24}\ Kg$

- كتلتها الحجمية المتوسطة: $\rho = 5,48 \times 10^3\ Kg/m^3$

تمرين 58:

1- شدة القوة المتبادلة بين الأرض والقمر:

$$F_{T/L} = 2,02 \times 10^{20}\ N$$

2- شدة القوة المتبادلة بين الأرض والشمس:

$$F_{T/S} = 3,56 \times 10^{22}\ N$$

3- مقارنة القوتين:

قوة جذب الشمس للأرض أكبر بـ 176 مرة من قوة جذب القمر للأرض.

تمرين 59:

1- شدة القوة المطبقة على الرجل على سطح كل كوكب:

أ- 592 N

ب- 97,2 N

جـ- 1561 N

2- شدة الجاذبية على سطح كل كوكب:

أ- 9,87 N/Kg

ب- 1,62 N/Kg

جـ- 26 N/Kg

تمرين 60:

موضع P بالنسبة لمركز الأرض C_1 : $C_1P = 345900\ km$

تمرين 61:

لأن كل جسم من الأجسام المذكورة كانت له سرعة معتبرة قبل أن يتأثر للمرة الأولى بقوة التجاذب المتبادلة بينه وبين الجسم الذي يدور حوله، لذلك فهو يواصل حركته الدائرية.

تمرين 62:

1- المرجع المناسب لدراسة حركة الأرض حول الشمس هو المرجع الهيليومركزي..

2- بالنسبة للمرجع الهيليومركزي حركة الأرض حول الشمس ليست مستقيمة منتظمة، ومنه، حسب مبدأ العطالة، تخضع الأرض أثناء حركتها هذه إلى قوة مؤثرة.

3- تدعى هذه القوة قوة جذب الشمس للأرض.

نحسب شدة هذه القوة بتطبيق قانون الجذب العام:

$$F = G\frac{M_T \times M_S}{d^2}$$

حيث: $d = 150 \times 10^6\ km = 1,5 \times 10^{11}\ m$

$$F = 6,67 \times 10^{-11}\ \frac{(6 \times 10^{24})(2 \times 10^{30})}{(1,5 \times 10^{11})^2}$$

نجد: $F = 3,56 \times 10^{22}\ N$

4- المسافة التي تقطعها الأرض حول الشمس تساوي محيط المدار (محيط مسار الأرض حول الشمس).

- إذا رمزنا لهذه المسافة بالحرف D ، فإن :

$$D = 2\pi d = 2\pi \times 1,5 \times 10^{11}$$

$$D = 9,42 \times 10^{11}\ m$$

5- تتحرك الأرض على مدارها حول الشمس بسرعة V حيث: $V = \frac{D}{t}$

t: هي المدة الزمنية التي تستغرقها الأرض وهي تتحرك بالسرعة الثابتة V لإنجاز دورة واحدة حول الشمس.

t = 365 يوم

$$t = 365 \times 24 \times 3600 = 3,15 \times 10^7\ s$$

$$V = \frac{9,42 \times 10^{11}}{3,15 \times 10^7}$$

نجد: $V = 29900\ m/s$

$$V = 29,9\ km/s$$

تمرين 63:

1- المرجع المركزي الأرضي.
2- نفس طريقة التمرين 62.
3- قوة الجذب العام، شدتها: $F = 561,8\ N$
4- $d = 2,66 \times 10^{8}\ m$
5- $V_A = 3,08\ km/s$

الوحدة رقم 3: الأفعال المتبادلة الكهربائية

تمرين 64:

1- القوة المتبادلة بين الجسمين هي قوة كهربائية.
2- القوة المتبادلة بين الجسمين هي قوة تنافر (تدافع) لأن الجسمين يحملان شحنتين من نفس الإشارة.
3- شدة القوة الكهربائية:

حسب قانون كولوم: $F = k\dfrac{Q \times Q'}{d^2}$

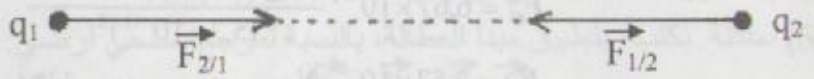
$k = 9 \times 10^{9}\ U.(SI)$ ، $d = 4cm = 4 \times 10^{-2}\ m$

$$F = 9 \times 10^{9} \frac{(3 \times 10^{-9})(10^{-9})}{(4 \times 10^{-2})^2}$$

نجد: $F = 1,69 \times 10^{-5}\ N$

تمرين 65:

1- تمثيل القوة المطبقة على كل شحنة:
باختيار السلم: $1\,cm \rightarrow 1N$ نحصل على التمثيل:



$\vec{F}_{1/2}$: هي القوة الجاذبة التي تؤثر بها q_1 على q_2.

$\vec{F}_{2/1}$: هي القوة الجاذبة التي تؤثر بها q_2 على q_1.

2- قيمة البُعد d بين الشحنتين:
حسب قانون كولوم:

$$F_{1/2} = F_{2/1} = 9 \times 10^{9} \frac{q_1 \times |q_2|}{d^2}$$

ومنه: $d^2 = 9 \times 10^{9} \dfrac{q_1 \times |q_2|}{F_{1/2}}$

$$d^2 = 9\times10^9 \frac{(2\times10^{-6})(5\times10^{-6})}{4}$$

$$d^2 = 225\times10^{-4}$$

ومنه: $d = \sqrt{225\times10^{-4}}$

$$d = 0{,}15m = 15cm$$

تمرين 66:

1- شدة القوة الكهربائية $\vec{F}_E$ المتبادلة بين الجسيمتين:

- حسب قانون كولوم:

$$F_E = 9\times10^9 \frac{(q_p)(|q_e|)}{r^2}$$

$$F_E = 9\times10^9 \times \frac{(1{,}6\times10^{-19})(1{,}6\times10^{-19})}{(5{,}3\times10^{-11})^2}$$

نجد: $F_E = 8{,}2\times10^{-8}N$

2- شدة القوة الجاذبة $\vec{F}_G$ المتبادلة بين الجسيمتين:

- حسب قانون الجذب العام:

$$F_G = 6{,}67\times10^{-11} \frac{(m_p)(m_e)}{r^2}$$

$$F_G = 6{,}67\times10^{-11} \frac{(1{,}67\times10^{-27})(9\times10^{-31})}{(5{,}3\times10^{-11})^2}$$

نجد: $F_G = 3{,}57\times10^{-47}N$

3- مقارنة شدتي القوتين المتبادلتين:

- نحسب النسبة: $\frac{F_E}{F_G} = \frac{8{,}2\times10^{-8}}{3{,}57\times10^{-47}} \approx 2{,}3\times10^{39}$

نلاحظ أن القوة الكهربائية أكبر بـ $2{,}3 \times 10^{39}$ مرة من قوة التجاذب.

نستنتج أن الفعل المتبادل التجاذبي مهمل أمام الفعل المتبادل الكهربائي.

تمرين 68:

1- $F_E = 4{,}35 \times 10^{-9}$ N

2- $F_G = 1{,}52 \times 10^{-41}$ N

3- نلاحظ أن القوة المتبادلة الكهربائية أكبر من القوة المتبادلة التجاذبية بـ $2{,}86 \times 10^{32}$ مرة.

- نستنتج أن القوة التجاذبية مهملة تماما أمام القوة الكهربائية.

تمرين 69:

1- طبيعة الأفعال المتبادلة:

أ- فعل واحد متبادل (تجاذبي).

ب- فعلان متبادلان (تجاذبي وكهربائي).

جـ- فعل واحد متبادل (كهرومغناطيسي).

2- شدة القوة (أو القوى) المتبادلة:

أ- $9{,}83 \times 10^{-3}$ N (قوة تجاذبية).

ب- * 9×10^{-3} N (قوة كهربائية)
* $6{,}67 \times 10^{-15}$ N (قوة تجاذبية)

جـ- $13{,}3 \times 10^{-3}$ N (قوة كهرومغناطيسية)

مساعدة:

في السؤال الأخير (2جـ)، نطبق مبدأ العطالة على الكرية الساكنة (S_1) والخاضعة لفعل ثلاث قوى، وهي:

$\vec{F}_E$: قوة كهربائية التي تؤثر بها (S_2) على (S_1).

$\vec{F}_G$: قوة تجاذبية التي تؤثر بها الأرض على (S_1).

$\vec{T}$: قوة كهرومغناطيسية التي يؤثر بها الخيط على (S_1).

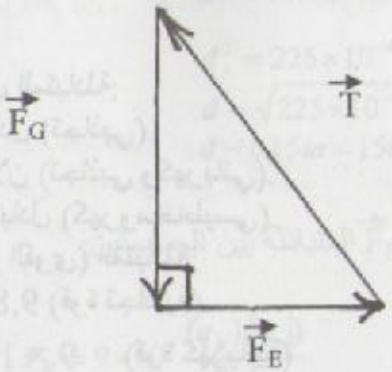
(S_1) ساكنة. نكتب، بتطبيق مبدأ العطالة، بالنسبة لمرجع سطحي أرضي:

$$\vec{F_E} + \vec{F_G} + \vec{T} = \vec{0}$$

ومنه: $\vec{T} = -(\vec{F_G} + \vec{F_E})$

نلاحظ أن القوة $\vec{T}$ معاكسة لمجموع القوتين $\vec{F}_G$ و$\vec{F}_E$.

نمثل القوة $\vec{T}$ بشعاع بدايته هي نهاية الشعاع $\vec{F}_E$ ونهايته هي بداية الشعاع $\vec{F}_G$ كما يُوضحه الرسم التالي:



بتطبيق نظرية فيثاغورث:

$$T = \sqrt{F_E^{\,2} + F_G^{\,2}}$$

نجد: $T = 1{,}33 \times 10^{-2}\,N$

تمرين 70:

1- القوى المؤثرة في قطرة الزيت:

- قوتان تجاذبيتان.
- قوة كهربائية $\vec{F}_E$.

* الجمل المسؤولة عن هذه القوى:

الكرية – الأرض.

2- مميزات القوة:

- الجهة: نحو الأعلى.
- الإتجاه: الشاقول.
- الشدة: $4{,}8 \times 10^{-11}$ N

3- $Q' = -1{,}6 \times 10^{-16}$ C

الوحدة رقم 4:الفعل المتبادل القوي

تمرين 71:

1- الفعل التجاذبي (تجاذبي).
2- الفعل الكهربائي (تجاذبي).
3- الفعل النووي القوي (تجاذبي).

تمرين 72:

1- شدة قوة الجذب العام المتبادلة بين البروتونين:

$3{,}23 \times 10^{-35}$ N

2- شدة قوة التنافر الكهربائي المتبادلة بين البروتونين:

40 N

3- تفسير تماسك النواة:

نجد أن شدة قوة التنافر الكهربائي بين البروتونين أكبر بـ $12{,}4 \times 10^{35}$ مرة من شدة قوة التجاذب بينهما.

تماسك النواة (عدم إنفجارها) تحققه قوة أخرى تجاذبية متبادلة بين البروتونين، وهي القوة النووية القوية (الفعل المتبادل القوي).

تمرين 73:

1- 10^{-6} N (قوة تنافرية).

2- $8{,}13 \times 10^{-43}$ N

3- القوة الكهربائية هي المسؤولة عن تماسك جزيء ثنائي الأوكسجين.

الظواهر الضوئية

الوحدة رقم 1: إنكسار الضوء

تمرين 74:

1- رؤية الكرية سببه إنكسار الشعاع الضوئي (تغيير منحاه) الوارد من الكرية إلى العين عند إجتيازه السطح المستوى الفاصل بين الماء والهواء.

2- مسار الشعاع الضوئي الوارد إلى العين من الكرية هو كالتالي:

تمرين 75:

تمثيل الشعاع المنكسر:

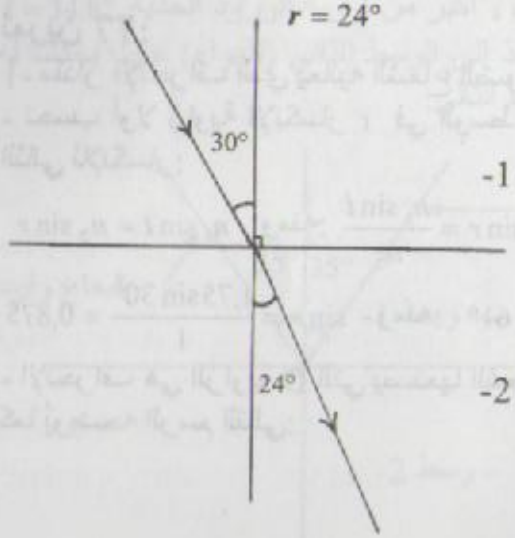
- نحسب أولا زاوية الإنكسار بتطبيق قانون الإنكسار الثاني:

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \quad \text{ومنه:} \quad \sin r = \frac{n_1 \sin i}{n_2}$$

- حسب الشكل 1: $\sin r = \frac{1{,}41 \sin 30°}{1{,}73} = 0{,}4075$

نجد: $r = 24°$

- التمثيل هو كالتالي:



- وسط 1-

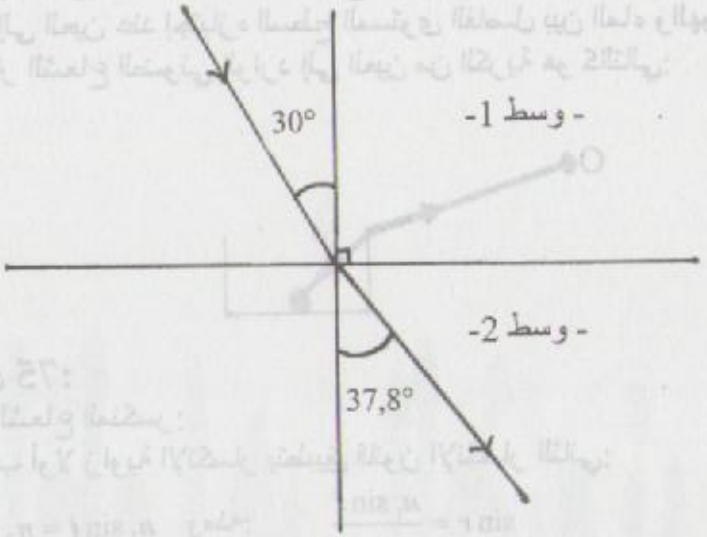
- وسط 2-

- حسب الشكل2: $\sin r = \frac{1{,}73 \sin 30°}{1{,}41} = 0{,}6135$

نجد:

$r = 37{,}8°$

- التمثيل هو كالتالي:



تمرين 76:

قرينة إنكسار البنزين: $n_2 = 1{,}5$

تمرين 77:

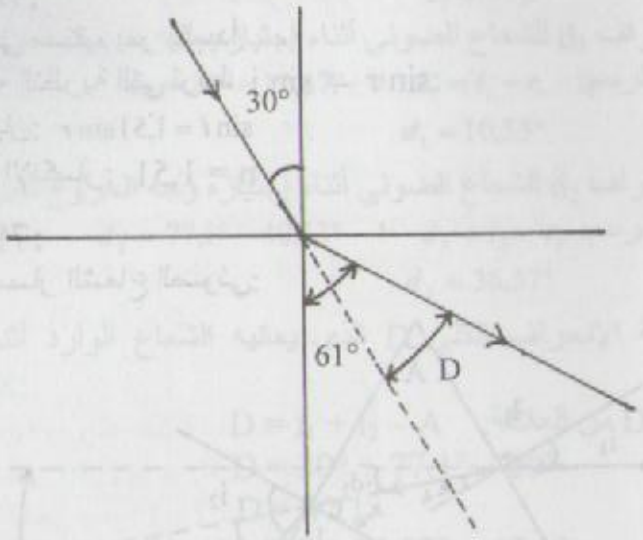
1- مقدار الإنحراف الذي يعانيه الشعاع الضوئي الوارد:

- نحسب أولا زاوية الإنكسار r في الوسط الثاني (الهواء) بتطبيق القانون الثاني للإنكسار:

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \quad \text{ومنه:} \quad \sin r = \frac{n_1 \sin i}{n_2}$$

$$\sin r = \frac{1{,}75 \sin 30°}{1} = 0{,}875 \quad \text{ومنه:} \quad r = 61°$$

- الإنحراف هي الزاوية D التي يصنعها الشعاع الوارد مع الشعاع المنكسر كما يُوضحه الرسم التالي:



$D = 31°$ ، $D = r - i = 61° - 30°$

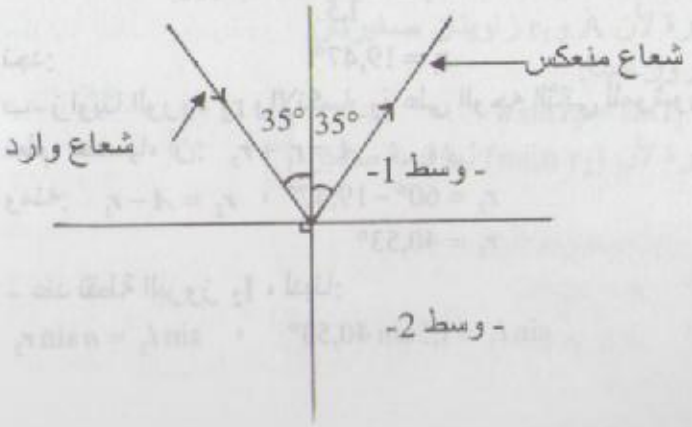
2- الظاهرة الملاحظة لأجل $i = 35°$.

- نحسب أولا زاوية الورود الحدية ℓ :

$$\sin \ell = \frac{n_2 \sin 90°}{n_1} = \frac{n_2 (1)}{n_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{1{,}75}$$

$\sin \ell = 0{,}5714$ ومنه: $\ell = 34{,}8°$

نلاحظ أن زاوية الورود $i = 35°$ أكبر من زاوية الورود الحدية $\ell = 34{,}8°$ ، وبالتالي الشعاع الوارد لا ينفذ إلى الوسط الثاني (الهواء) حيث يحدث له الإنعكاس الكلي، كما يُبينُه الرسم التالي:



تمرين 78:

2- المنحنى مستقيم يمر بالمبدأ.

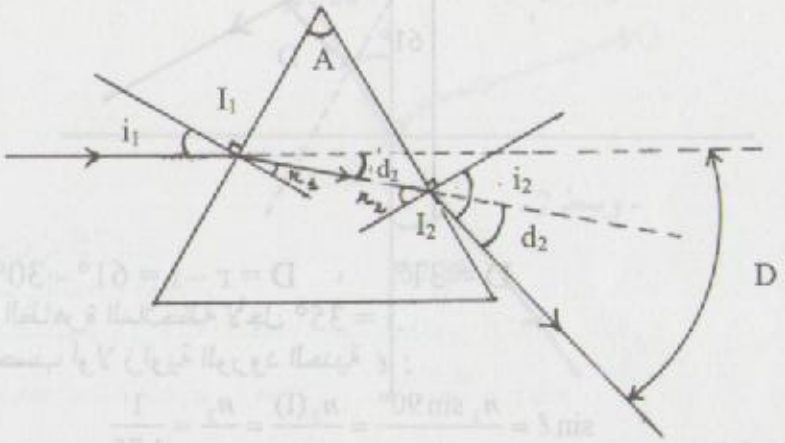
3- العلاقة النظرية التي تربط sin i بـ sin r:

حسب البيان: $\sin i = 1{,}51 \sin r$

4- قرينة الإنكسار: $n = 1{,}51$

تمرين 79:

1- رسم مسار الشعاع الضوئي:



2-

أ- زاوية الإنكسار r_1 على وجه الدخول للموشور:

عند نقطة الورود I_1 ، لدينا:

$\sin i_1 = n \sin r_1$ ومنه: $\sin r_1 = \dfrac{\sin i_1}{n}$

$$\sin r_1 = \frac{\sin 30°}{1{,}5} = 0{,}3333$$

نجد: $r_1 = 19{,}47°$

ب- زاويتا الورود r_2 والإنكسار i_2 على الوجه الثاني للموشور:

نعلم، هندسيا، أن: $A = r_1 + r_2$

ومنه: $r_2 = A - r_1$ ، $r_2 = 60° - 19{,}47°$

$r_2 = 40{,}53°$

- عند نقطة البروز I_2 ، لدينا:

$\sin i_2 = n \sin r_2$ ، $\sin i_2 = 1{,}5 \sin 40{,}53°$

نجد: $i_2 = 77{,}1°$

3- الإنحراف d_1 للشعاع الضوئي أثناء إجتيازه وجه الدخول للموشور:

- حسب الرسم: $d_1 = i_1 - r_1$ ؛ $d_1 = 30° - 19{,}47°$

نجد: $d_1 = 10{,}53°$

4- الإنحراف d_2 للشعاع الضوئي أثناء إجتيازه وجه الخروج للموشور:

- حسب الرسم: $d_2 = i_2 - r_2$ ؛ $d_2 = 77{,}1° - 40{,}53°$

نجد: $d_2 = 36{,}57°$

5- زاوية الإنحراف الكلي D الذي يعانيه الشعاع الوارد أثناء إجتيازه للموشور:

- نحسب D من العلاقة: $D = i_1 + i_2 - A$

$D = 30° + 77{,}1° - 60°$

$D = 47{,}1°$

نلاحظ أن: $d_1 + d_2 = 10{,}53° + 36{,}57° = 47{,}1°$

أي: $D = d_1 + d_2$

تمرين 80:

1- زاوية الإنحراف: $D = 40°$

2- قرينة إنكسار الموشور: $n = 1{,}48$

تمرين 81:

في هذه الحالة لدينا:

r_1 زاوية صغيرة لأن الشعاع المنكسر، عند خروجه من الموشور، يقترب من الناظم.

نعلم أن: $A = r_1 + r_2$ ومنه: $r_2 = A - r_1$

r_2 زاوية صغيرة لأن A و r_1 زاويتان صغيرتان.

- عند نقطة البروز لدينا:

$$n \sin r_2 = \sin i_2$$

i_2 زاوية صغيرة لأن ($n \sin r_2$) لها قيمة صغيرة.

الخلاصة:

i_1، i_2، r_1، r_2 زوايا صغيرة، إذن:

$\sin i_1 \approx i_1$ ؛ $\sin r_1 \approx r_1$

$\sin i_2 \approx i_2$ ؛ $\sin r_2 \approx r_2$

- عند نقطة الورود على وجه الدخول للموشور، لدينا:

$$i_1 = nr_1$$

- عند نقطة البروز على وجه الخروج للموشور، لدينا:

$$nr_2 = i_2$$

نعلم أن: $D = i_1 + i_2 - A$

إذن: $D = nr_1 + nr_2 - A$ أي $D = n(r_1 + r_2) - A$

بما أن: $r_1 + r_2 = A$ فإن: $D = nA - A$

ومنه: $D = (n-1)A$

تمرين 82:

1- لأن زاوية وروده عند I معدومة.

2- الشرط هو: $n \leq 1{,}66$ (أقل أو يساوي).

3- زاوية الإنحراف: $D = 21{,}1°$

تمرين 83:

الوسط الشفاف هو الماء قرينة إنكساره $n = 1{,}33$.

تمرين 84:

1- نجد: $i_1 = \frac{D_m + A}{2}$ ؛ $r_1 = \frac{A}{2}$

بالتعويض في القانون: $\sin i_1 = n \sin r_1$

نستنتج: $n = \frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{\sin \frac{D_m + A}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$

2- قرينة إنكسار الموشور: $n = 1{,}67$.

تمرين 85:

1- رسم مسار الشعاع الضوئي:

- الشعاع الوارد يجتاز الموشور عند I دون أن ينحرف لأن زاوية وروده معدومة.

- يسقط هذا الشعاع على الوجه AB بزاوية ورود $i = 60°$ (هندسيا).

- نقارن الزاوية $i = 60°$ مع زاوية الإنكسار الحدية(ℓ) لهذا الموشور:

- عند نقطة الورود I_1 على الوجه AB ، لدينا:

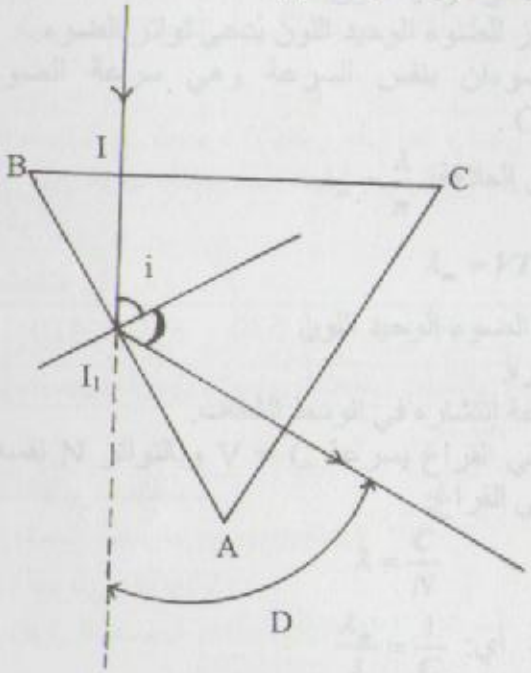
$\sin \ell = \frac{1}{n} = \frac{1}{1{,}7}$ ومنه: $n \sin \ell = \sin 90°$

$\ell = 36°$ ومنه: $\sin \ell = 0{,}5882$

نلاحظ أن: $i = 60° > \ell = 36°$

يحدث للشعاع الوارد عند I_1 الإنعكاس الكلي على الوجهAB، ثم يسقط على الوجه BC عموديا (اعتبارات هندسية) ويخرج منه دون أن ينحرف لأن زاوية وروده على هذا الوجه معدومة.

المسار الضوئي المطلوب هو كالتالي:



2- زاوية الإنحراف هي D حيث:

$D = 180° - (60° + 60°) = 180° - 120°$

$D = 60°$

تمرين 86:

1- زاوية الورود على وجه الدخول هي: $i_1 = 45°$

2- قرينة الإنكسار: $n = 1{,}41$

تمرين 87:

1- أرسم مسار الشعاع الوارد، في كل من الحالتين 1 و 2، متبعا الطريقة المستعملة في التمرين 85.

2- زاوية الإنحراف:

$D_1 = 180°$ (الشعاع الوارد عند I_1)

$D_2 = 28{,}9°$ (الشعاع الوارد عند I_2)

الوحدة رقم 2:الضوء الأبيض والضوء وحيد اللون

تمرين 88:

1- الضوء الذي يبدده الموشور يدعى ضوء مُركب، والضوء الذي لا يُبدده الموشور يدعى ضوء وحيد اللون.

2- المقدار المميّز للضوء الوحيد اللون يُدعى تواتر الضوء.

3- ينتشر الضوءان بنفس السرعة وهي سرعة الضوء في الفراغ $C=3\times10^8$ m/s .

4- البرهان على العلاقة: $\lambda_m = \frac{\lambda}{n}$

نعلم أن: $\lambda_m = VT = \frac{V}{N}$

حيث: T : دور الضوء الوحيد اللون
N : تواتره.
V : سرعة إنتشاره في الوسط الشفاف.

ينتشر الضوء في الفراغ بسرعة $V = C$ وبالتواتر N نفسه، ومنه، طول موجة الضوء في الفراغ:

$$\lambda = \frac{C}{N}$$

لدينا: $\frac{\lambda_m}{\lambda} = \frac{V}{C}$ أي: $\frac{\lambda_m}{\lambda} = \frac{1}{\frac{C}{V}}$

نعلم أن: $n = \frac{C}{V}$ (قرينة الإنكسار).

إذن: $\frac{\lambda_m}{\lambda} = \frac{1}{n}$ ، ومنه: $\lambda_m = \frac{\lambda}{n}$

تمرين 89:

1- إكمال الجدول هو كالتالي:

الوسط	الهواء	الماء	الزجاج
طول الموجة(n.m) λ	470	353,4	295,6
قرينة الإنكسار n	1	1,33	1,59
سرعة الإنتشار V(m/s)	3×10^{8}	$2,25\times10^{8}$	$1,88\times10^{8}$
تواتر الضوء N (Hz)	$6,38\times10^{14}$	$6,38\times10^{14}$	$6,38\times10^{14}$

2- حسب الجدول، نلاحظ أن تواتر الضوء ثابت. نستنتج أن تواتر الضوء الوحيد اللون لا يتغير عندما يجتاز أوساط شفافة مختلفة.

تمرين 90:

1- نسقط حزمة ضوئية من الضوء الأبيض على أحد وجهي موشور، نلاحظ أن الضوء البارز من الوجه الثاني لهذا الموشور والمستقبل على شاشة (E) يتكون من عدة ألوان.

2- ألوان الإشعاعات:

λ (n.m)	410	470	530	585	600	647	743
لون الإشعاع	بنفسجي	أزرق	أخضر	أصفر	برتقالي	أحمر	أحمر

تمرين 91:

1- مجال الطيف الكهرومغناطيسي:

$\lambda_1 = 860nm$ (تحت الحمراء Infrarouge)

$\lambda_2 = 620nm$ (المرئي Visible)

$\lambda_3 = 311nm$ (فوق البنفسجية Ultraviolet).

2- أحمر.

تمرين 92:

1- طول موجة الضوء في الفراغ: $\lambda = 559,7nm$

2- ينتمي هذا الإشعاع إلى المجال المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي.

3-

أ- تتغير طول الموجة (تتناقص قيمتها) لأنها تتعلق بقرينة إنكسار الوسط الشفاف.

ب- لا يتغير تواتر الضوء.

جـ- لا يتغير لون الضوء.

تمرين 93:

أ- زاوية إنحراف الضوء الأحمر: $D_R = 27,12°$

ب- زاوية إنحراف الضوء البنفسجي: $D_V = 27,79°$

- نلاحظ أن الضوء البنفسجي ينحرف أكثر من الضوء الأحمر عند إجتياز الزجاج.

تمرين 94:

1- ينتشر هذا الضوء في الزجاج المذكور بسرعة:

$$V = 1,72\times10^{8} m/s$$

2-

أ- يستغرق هذا الضوء مدة $t = 5,81\times10^{-10}s$ لإجتياز 10 cm من الزجاج.

ب- يستغرق هذا الضوء مدة $t = 3,33\times10^{-10}s$ لإجتياز 10 cm من الهواء.

تمرين 95:

1- يتعلق الإنحراف D للشعاع الوارد إلى الموشور بطول الموجة، فكلما ازداد طول موجة الإشعاع انخفضت زاوية الإنحراف.

2- قرينة إنكسار الموشور.

4- نلاحظ سلسلة متصلة من الألوان تمتد دون إنقطاع من الأحمر إلى البنفسجي (ألوان قوس قزح).

تمرين 96:

1- قرينة إنكسار الموشور (حسب البيان):

- الصغرى: 1,612 (الموافقة لـ 400 nm)

- الكبرى: 1,665 (الموافقة لـ 800 nm)

2- قرينة إنكسار الموشور لأجل الضوء الصادر عن الليزر هي: $n_R = 1,616$.

3-

أ- قرينة إنكسار الموشور لأجل الإشعاعات λ_1 ، λ_2 ، λ_3 على الترتيب:

$n_1 = 1,645$ ؛ $n_2 = 1,6185$ ؛ $n_3 = 1,617$

ب- زاوية الإنكسار داخل الموشور الموافقة لـ λ_1 ، λ_2 ، λ_3 على الترتيب:

23° ؛ 23,40° ؛ 23,42°.

جـ- ظاهرة تبدد الضوء المركب الصادر عن بخار الزئبق.

تمرين 97:

1- عند خروجهما من نصف الكرة يصنع الشعاعان الأحمر والأزرق فيما بينهما زاوية:

$$\theta = 0{,}621° = 37'15''$$

2- هذه المسافة هي طول القوس المحصور بين الشعاعين الأحمر والأزرق على السطح الكروي لنصف الكرة.

نجد: $d = 1{,}62mm$

تمرين 98:

1- نجد:

$$D_V = 30{,}57° \quad ; \quad D_R = 29{,}31°$$

2- عرض الطيف هو ℓ حيث:

$$\ell \approx (D_V - D_R)d$$

حيث نُعبّر عن الزاوية $(D_V - D_R)$ بـ (rad)

نجد: $\ell = 3cm$

تمرين 99:

1- زاوية الإنكسار r_1 : $r_1 = 28{,}12°$

2- زاوية الورود r_2 : $r_2 = 28{,}12°$

3- يبرز الشعاع الضوئي من الصفيحة بزاوية:

$$i_2 = 45°$$

4- $i_1 = i_2$

5- الشعاع الوارد إلى الصفيحة الزجاجية له نفس منحنى الشعاع البارز منها. هذه النتيجة مستقلة عن قرينة إنكسار الزجاج.

6-

أ- الضوء البارز لونه أبيض.

ب- الصفيحة الزجاجية وسط شفاف غير مُبدد للضوء الأبيض، بينما الموشور وسط شفاف مُبدد للضوء الأبيض.

ملاحظة:

الشعاع الوارد إلى الصفيحة الزجاجية يخرج منها موازيا لمنحاه الأصلي، يحدث له إنسحاب عند بروزه من الوجه الثاني.

الوحدة رقم 3:أطياف الإصدار وأطياف الإمتصاص

تمرين 100:

1- طيف إصدار متصل (مستمر).

2- طيف إصدار متقطع (طيف الخطوط).

3- طيف إصدار متصل.

4- طيف خطوط الإمتصاص.

5- طيف إصدار مستمر.

6- طيف عصابة (شريط) الإمتصاص.

7- طيف إصدار مستمر

تمرين 101:

1- طيف مستمر للضوء الأبيض.

2- طيف خطوط الإصدار للضوء الصادر من غاز تحت ضغط منخفض.

3- طيف خطوط الإمتصاص ناتج من الضوء الأبيض الذي إجتاز غاز تحت ضغط منخفض.

4- طيف عصابة الإمتصاص ناتج من الضوء الأبيض الذي إجتاز مادة ملوّنة.

تمرين 102:

1- طيف إصدار مستمر.

2- هو طيف الضوء الصادر عن المصباح ذي درجة حرارة مرتفعة لأن عدد ألوان الطيف المستمر يتزايد مع درجة حرارة الجسم الباعث.

3-

أ- قد تمّ إمتصاصها من طرف الصفيحة الزجاجية الملوّنة.

ب- طيف عصابة الإمتصاص.

جـ- الصفيحة الزجاجية لونها أخضر.

تمرين 103:

1- طيف خطوط الإصدار.

2- طيف خطوط الإمتصاص.

-3
أ- سطح النجم الخارجي (La photosphère) الذي يتميز بدرجة حرارة مرتفعة جداً.
ب- الغلاف الجوي (الخارجي) للنجم (La chromosphère).
4- تفيدنا في معرفة التركيب الكيميائي للغلاف الجوي للنجم.
5- نعم، لأن خطوط الإصدار الأربعة لعنصر الهيدروجين متواجدة في طيف الإمتصاص للنجم (يمكن إستعمال ورق شفاف للتأكد من تطابق خطوط الهيدروجين مع أربعة خطوط من طيف النجم).
6- يتواجد عنصر الهيدروجين في الغلاف الجوي للنجم.

تمرين 104:

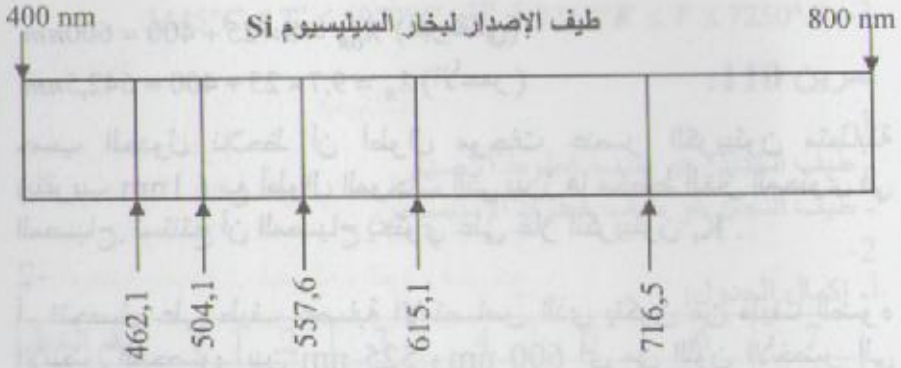
1- أطياف خطوط الإصدار.
2- طيف خطوط الإمتصاص.
3- كل خطوط الإصدار لعنصر الهيدروجين (H) ولعنصر البوتاسيوم (K) متواجدة في طيف النجم.
ملاحظة: تتم المقارنة برسم خطوط الإصدار لكل عنصر على ورق شفاف ومطابقتها مع طيف النجم.
4- يحتوي الغلاف الجوي للنجم على عنصري الهيدروجين (H) والبوتاسيوم (K).

تمرين 105:

1- طيف خطوط الإصدار.
2- يتواجد في المحلول عنصر الكالسيوم Ca وعنصر المغنزيوم Mg نظراً لتطابق خطوط إصدار هما مع خطوط الإصدار لطيف اللهب.

تمرين 106:

1- نعم يتواجد الهيدروجين في النجم لأن خطوط إصداره متواجدة في طيف الإمتصاص للنجم.
2- يتواجد في الغلاف الجوي للنجم.
-3
أ- نعم يتواجد لأن الخطوط أرقام 3، 6، 8، 10، 13 بدءاً من اليسار تتميز بأطوال موجات 462,1 nm ؛ 504,1 nm ؛ ... ؛ 716,5 nm .
ب- ينتمي إلى مجال فوق البنفسجي لأن طول موجته أقل من 400 nm .
جـ- تمثيل هذا الطيف هو كالتالي:



تمرين 107:

1- التركيب التجريبي المناسب هو كالتالي:

ب- يدعى طيف خطوط الإصدار.
جـ- أطوال موجات خطوط الطيف:
نعيّن أولا سلم التمثيل كالتالي:
- حسب المخطط 400 nm (400-800) مُمثلة بـ 16 وحدة طول، إذن كل وحدة طول تُمثل 25nm . ومنه، حسب المخطط، أطوال موجات خطوط الطيف الملوّنة هي:

$\lambda_b = 3,8 \times 25 + 400 = 495nm$ (الأزرق)

$\lambda_v = 5,3 \times 25 + 400 = 532,5nm$ (الأخضر)

$\lambda_J = 7,5 \times 25 + 400 = 587,5nm$ (الأصفر)

$\lambda_{OR} = 8 \times 25 + 400 = 600nm$ (البرتقالي)

$\lambda_R = 9,7 \times 25 + 400 = 642,5nm$ (الأحمر)

حسب الجدول نلاحظ أن أطوال موجات عنصر الكريبتون متطابقة (بتقريب 1nm) مع أطوال الموجات التي يبرزها مخطط الغاز المحتوى في المصباح. نستنتج أن المصباح يحتوي على غاز الكريبتون K_r .

-2

أ- نتحصل على طيف عصابة الإمتصاص الذي يتكون من طيف الضوء الأبيض المحصور بين 525 nm و600 nm أي من اللون الأخضر إلى اللون البرتقالي، وتحيط بهذا الطيف عصابتان سوداء حلت محلّ الألوان التي أمتصها المرشح اللوني.

ب- طيف خطوط الإصدار، أطوال موجات خطوطه هي:

533 nm ؛ 587 nm ؛ 599 nm.

تمرين 108:

1- طيف خطوط الإصدار مصدره غاز أو بخار معدن موجود تحت ضغط منخفض.

2- حسب هذا الطيف أطوال موجات الإشعاعات هي:

460 nm ؛ 548,7 nm ؛ 671,2 nm.

- تعتبر هذه الإشعاعات إشعاعات صادرة.

3- العنصر الباعث لهذه الإشعاعات هو الليثيوم Li .

4- ألوان خطوط الطيف:

أزرق (460 nm) ؛ أخضر (548,5 nm) ؛ أحمر (671 nm).

5- يُبيّن الرسم خلفية من طيف مستمر للضوء الأبيض (ألوان قوس قزح) به ثلاثة خطوط سوداء.

يسمى هذا الطيف طيف خطوط الإمتصاص.

6- نلاحظ أن خطوط طيف الإصدار منطبقة مع خطوط طيف الإمتصاص.

نستنتج أن عنصر الليثيوم يمتص الإشعاعات التي يصدرها.

تمرين 109:

-1 $T = 6105°K$ ($T'=5832°C$)

-2 $\lambda_m = 9,35 \times 10^{-6} m$ ($\lambda m = 9,35 \mu m$)

- ينتمي هذا الإشعاع إلى مجال الأشعة تحت الحمراء.

-3 $3718°K \leq T \leq 7250°K$ توافق $3445°C \leq T' \leq 6977°C$

تمرين 110:

-1

- طيف الحديد: هو طيف خطوط الإصدار.
- طيف النجم: هو طيف خطوط الإمتصاص.

-2

أ- إكمال الجدول:

رقم الخط	1	2	3	4	5	6	7
$\lambda(nm)$	404,4	430,0	451,0	460,0	565,0	604,0	649,4
$x(cm)$	0	0,5	0,9	1,1	3,2	4,0	4,9

ب- نجد مستقيم لا يمر بالمبدأ.

جـ- حسب البيان، نجد:

$\lambda = 50x + 404,4$

حيث: x: يقدر بـ (cm)
λ : تقدر بـ (nm)

3- أطوال موجات طيف النجم:

باستعمال العلاقة السابقة ($\lambda = 50x + 404,4$) نجد:

x (cm)	0,55	1,15	1,65	1,95	2,55	2,95
$\lambda(nm)$	431,9	461,9	486,9	501,9	531,9	551,9

x (cm)	5,05	5,3	5,55	5,75	6	6,3	4,2
$\lambda(nm)$	656,9	669,4	681,9	691,9	704,4	719,4	614,4

4- العنصر الكيميائي يمتص الإشعاعات التي يكون قادراً على إصدارها، أي أن طيف إمتصاصه ينطبق تماما مع طيف إصداره.

5- الذرات المتواجدة في الغلاف الجوي للنجم هي (بتقريب أقل من 3 nm) كالتالي:

الهيدروجين H ؛ الكالسيوم Ca ؛ السيليسيوم Si .

الفهرس

المقدمة 3

الميكانيك

الحركات والقوى 7

الوحدة رقم (1): القوة والحركات المستقيمة 11

الوحدة رقم (2): القوة والحركات المنحنية 23

الوحدة رقم (3): الحركة والقوة والمرجع 45

الوحدة رقم (4): دفع وكبح متحرك 53

التماسك في المادة وفي الفضاء

الوحدة رقم (1): المادة في الكون 65

الوحدة رقم (2): الأفعال المتبادلة الجاذبة 69

الوحدة رقم (3): الأفعال المتبادلة الكهربائية 75

الوحدة رقم (4): الفعل المتبادل القوي 81

الظواهر الضونية

الوحدة رقم (1): إنكسار الضوء 87

الوحدة رقم (2): الضوء الأبيض والضوء وحيد اللون 99

الوحدة رقم (3): أطياف الإصدار وأطياف الامتصاص 109

حلول التمارين 125

التماسك في المادة

الوحدة رقم (1): القوة والحركات المستقيمة 128

الوحدة رقم (2): القوة والحركات المنحنية 138

الوحدة رقم (3): الحركة والقوة والمرجع 160

الوحدة رقم (4): دفع وكبح متحرك 165

التماسك في المادة وفي الفضاء

الوحدة رقم (1): المادة في الكون 169

الوحدة رقم (2): الأفعال المتبادلة الجاذبة 171

الوحدة رقم (3): الأفعال المتبادلة الكهربائية 175

الوحدة رقم (4): الفعل المتبادل القوي 179

الظواهر الضونية

الوحدة رقم 1: إنكسار الضوء 183

الوحدة رقم 2: الضوء الأبيض والضوء وحيد اللون 191

الوحدة رقم 3: أطياف الإصدار وأطياف الإمتصاص 195