LA MÉCANIQUE الميكانيك

- الإطار المرجعي للامتحان الوطني الموحد -

الوحدة 11: قوانين نيوتن (LN) :

- معرفة تعبيري كل من متجهة السرعة اللحظية ومتجهة التسارع.
- معرفة وحدة التسارع.
- معرفة إحداثيات متجهة التسارع في معلم ديكارتي وفي أساس فريني.
- استغلال الجداء $\vec{v}\,.\,\vec{a}$ لتحديد نوع الحركة (متباطئة . متسارعة).
- معرفة المرجع الغاليلي.
- معرفة القانون الثاني لنيوتن $\Sigma\vec{F}_{ext} = m\,.\vec{a}_G$ و $\Sigma\vec{F}_{ext} = m\,.\dfrac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ ، ومجال صلاحيته.
- تعرف دور الكتلة في قصور مجموعة.
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن لتحديد المقادير المتجهية الحركية $\vec{v}_G$ و $\vec{a}_G$ و استغلالها.
- معرفة واستغلال القانون الثالث لنيوتن.
- استعمال معادلة الأبعاد.

الوحدة 12: السقوط الرأسي لجسم صلب (CVS) :

- معرفة واستغلال النموذجين التاليين لقوة الاحتكاك في الموائع : $\vec{f} = -k.v\,\vec{i}$ و $\vec{f} = -k.v^2\,\vec{i}$.
- استغلال المنحنى لتحديد:
  - السرعة الحدية ؛
  - الزمن المميز ؛
  - النظام البدئي والنظام الدائم.
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن للتوصل إلى المعادلة التفاضلية لحركة مركز قصور جسم صلب في سقوط رأسي باحتكاك.
- معرفة طريقة أولير (Euler) وتطبيقها لإنجاز حل تقريبي للمعادلة التفاضلية.
- تعريف السقوط الرأسي الحر.
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن لإثبات المعادلة التفاضلية لحركة مركز قصور جسم صلب في سقوط حر.

الوحدة 13: الحركات المستوية (MP) :

- تطبيق القانون الثاني لنيوتن على قذيفة :
  - لإثبات المعادلات التفاضلية للحركة ؛
  - لاستنتاج المعادلات الزمنية للحركة واستغلالها ؛
  - لإيجاد معادلة المسار، وقمة المسار والمدى.
- معرفة مميزات قوة لورنتز (Lorentz) وقاعدة تحديد منحاها.
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن على دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم في حالة $\vec{V}_0$ عمودية على $\vec{B}$:
  - لتحديد طبيعة الحركة؛
  - لحساب الانحراف المغنطيسي.

الوحدة 14: الأقمار الاصطناعية و الكواكب (SAT) :

- معرفة المرجع المركزي الشمسي والمرجع المركزي الأرضي.
- معرفة القوانين الثلاثة لكيبلر في حالة مسار دائري ومسار إهليليجي.
- تطبيق القوانين الثلاثة لكيبلير في حالة مسار دائري.
- معرفة التعبير المتجهي لقانون التجاذب الكوني.
- إثبات القانون الثالث لكيبلر في حالة مسار دائري.
- معرفة أن القوة التي يخضع لها مركز قصور قمر اصطناعي أو كوكب قوة انجذابية مركزية.
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز قصور قمر اصطناعي أو كوكب لتحديد طبيعة الحركة

الوحدة 15: العلاقة الكمية بين مجموع العزوم و التسارع الزاوي ($\Sigma \mathcal{M}=f(\ddot{\theta})$):

- معلمة نقطة من جسم صلب في دوران حول محور ثابت بأفصوله الزاوي.
- معرفة تعبير التسارع الزاوي ووحدته.
- معرفة واستغلال تعبيري المركبتين a_N و a_T بدلالة المقادير الزاوية.
- معرفة وتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران حول محور ثابت لإثبات المعادلة التفاضلية للحركة وإيجاد حلها.
- معرفة أن وحدة عزم القصور هي $(N.m^2)$.
- معرفة واستغلال مميزات حركة الدوران المتغير بانتظام ومعادلاتها الزمنية.
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن والعلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران على مجموعة ميكانيكية مركبة من جسمين على الأكثر في حالة إزاحة مستقيمية وآخر في حالة دوران حول محور ثابت لإثبات المعادلات التفاضلية ولتحديد مقادير حركية ومقادير تحريكية.

الوحدة 16: المجموعات الميكانيكية المتذبذبة (SMO):

- معرفة الحركة التذبذبية .
- تعرف التذبذبات الحرة.
- تعرف خمود التذبذبات ومختلف أصنافه وأنظمته.
- معرفة أن الدور الخاص يقارب شبه الدور في حالة الخمود الضعيف (نظام شبه دوري).
- معرفة مميزات قوة الارتداد المطبقة من طرف نابض على جسم صلب في حركة.
- استغلال مخطط المسافات $x = f(t)$.
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن لإثبات المعادلة التفاضلية لحركة المتذبذب (جسم صلب . نابض) في وضع أفقي أو رأسي أو مائل.
- تحديد طبيعة حركة المتذبذب وكتابة المعادلة الزمنية للحركة.
- معرفة مدلول المقادير الفيزيائية الواردة في تعبير المعادلة الزمنية للنواس المرن وتحديدها انطلاقا من الشروط البدئية.
- معرفة واستغلال تعبير الدور الخاص والتردد الخاص للمتذبذب (جسم صلب . نابض).
- تحديد صنفي الخمود (الصلب والمائع) انطلاقا من أشكال مخططات المسافات $x=f(t)$.
- معرفة تعبير مزدوجة الارتداد المطبقة من طرف سلك اللي على جسم صلب في حركة تذبذبية.
- تطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران لإثبات المعادلة التفاضلية لحركة نواس اللي في حالة الاحتكاكات المهملة.
- تحديد طبيعة حركة نواس اللي وكتابة المعادلة الزمنية للحركة.
- معرفة مدلول المقادير الفيزيائية الواردة في تعبير المعادلة الزمنية لنواس اللي وتحديدها انطلاقا من الشروط البدئية.
- معرفة واستغلال تعبير الدور الخاص والتردد الخاص لنواس اللي.
- استغلال المخطط $\theta=f(t)$ لتحديد المقادير المميزة لحركة النواس.
- تحديد صنفي الخمود (الصلب والمائع) انطلاقا من أشكال المخططات $\theta=f(t)$.
- تطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران لإثبات المعادلة التفاضلية لحركة النواس الوازن في حالة الاحتكاكات المهملة والتذبذبات الصغيرة.
- تحديد طبيعة حركة النواس الوازن وكتابة المعادلة الزمنية للحركة.
- معرفة مدلول المقادير الفيزيائية الواردة في تعبير المعادلة الزمنية للنواس الوازن وتحديدها انطلاقا من الشروط البدئية.
- معرفة واستغلال تعبير الدور الخاص والتردد الخاص للنواس الوازن في حالة التذبذبات الصغيرة.
- استغلال المخطط $\theta=f(t)$ لتحديد المقادير المميزة لحركة النواس الوازن في حالة التذبذبات الصغيرة.
- تعريف النواس البسيط المتواقت للنواس الوازن.
- معرفة تعبير الدور الخاص للنواس البسيط.
- تعرف المثير والرنان وظاهرة الرنين الميكانيكي وشروط حدوثها.
- تعرف تأثير الخمود على أنظمة الرنين.
- تطبيق القانون الثاني لنيوتن والعلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران على مجموعة ميكانيكية متذبذبة مركبة من جسم في حالة إزاحة مستقيمية وآخر في حالة دوران حول محور ثابت وفي وضعيات مختلفة، لإثبات المعادلات التفاضلية ولتحديد مقادير حركية ومقادير تحريكية.

الوحدة 17: المظاهر الطاقية (AE):

- تحديد شغل قوة خارجية مطبقة من طرف نابض.
- معرفة واستغلال تعبير طاقة الوضع المرنة.
- معرفة واستغلال علاقة شغل قوة مطبقة من طرف نابض بتغير طاقة الوضع المرنة.
- معرفة واستغلال تعبير الطاقة الميكانيكية للمجموعة (جسم صلب . نابض).
- استغلال انحفاظ وعدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية للمجموعة (جسم صلب . نابض).
- استغلال مخططات الطاقة.
- تحديد شغل مزدوجة اللي.
- معرفة واستغلال تعبير طاقة الوضع لي.
- معرفة واستغلال علاقة شغل مزدوجة اللي بتغير طاقة الوضع لي.
- معرفة واستغلال تعبير الطاقة الميكانيكية لنواس اللي.
- استغلال انحفاظ وعدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية لنواس اللي.
- استغلال مخططات الطاقة.
- استغلال تعبير طاقة الوضع الثقالية والطاقة الحركية لتحديد الطاقة الميكانيكية للنواس الوازن في حالة التذبذبات الصغيرة.
- استغلال انحفاظ الطاقة الميكانيكية للنواس الوازن في حالة التذبذبات الصغيرة.

الوحدة 18: الذرة و ميكانيك نيوتن (AMN):

- معرفة تعبيري قوة التأثير البيني التجاذبي، وقوة التأثير البيني الكهرساكن.
- تعرف أن طاقة الذرة مكماة.
- معرفة أن ميكانيك نيوتن لا تمكن من تفسير تكمية طاقة الذرة.
- معرفة واستغلال العلاقة $\Delta E = h.\nu$.
- تفسير طيف الحزات.

« Ne jamais faire de calcul avant d'en connaitre le résultat »

- Wheeler -

نسبة الأهمية	المستويات المهارية / المجالات المضامينية	استعمال الموارد (المعارف والمهارات)	تطبيق حل تجريبي	حل مشكل	المجموع
	الميكانيك	13,5 %	10 %	9,45 %	27 %

الإطار المرجعي

- قوانين نيوتن.
- السقوط الرأسي لجسم صلب.
- الحركات المستوية.
- الأقمار الاصطناعية و الكواكب.
- العلاقة الكمية بين مجموع العزوم و التسارع الزاوي.
- المجموعات الميكانيكية المتذبذبة.
- المظاهر الطاقية.
- الذرة و ميكانيك نيوتن.

تمرين رقم 1° | 10min | Appli

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

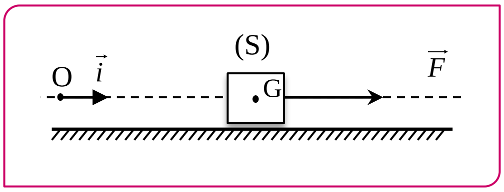
$$\overrightarrow{OG}\left|\begin{array}{l} x=4.t+5 \\ y=2.t^3-t \\ z=10.t^2 \end{array}\right.$$

1. حدد إحداثيات متجهة السرعة $\vec{v}_G$ في نفس المعلم. ثم احسب v_G في اللحظة $t=2s$.
2. أوجد إحداثيات متجهة التسارع $\vec{a}_G$ في نفس المعلم. و احسب قيمة a_G عند اللحظة $t=1s$.

تمرين رقم 2° | 30min | Appli

نعتبر جسما صلبا (S) كتلته $m=0,5Kg$ موضوعا فوق مستوى أفقي. لجر الجسم (S) نطبق عليه قوة أفقية شدتها $F=2N$.

- **نعطي:** $g=10\ m.s^{-2}$.



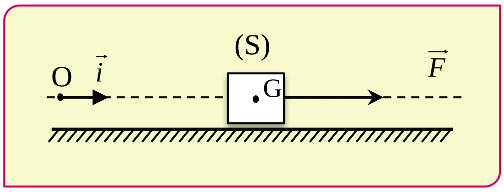
1. نفترض أن الحركة تتم بدون احتكاك، بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على الجسم (S) أثناء حركته ، أحسب قيمة تسارعه a_G .
2. استنتج طبيعة حركة مركز قصور الجسم الصلب .
3. ماذا سيحدث إذا تم حذف القوة $\vec{F}$ ؟
4. نفترض، في هذه الحالة، أن الحركة تتم باحتكاك، و أن قوة الاحتكاك مكافئة لقوة شدتها $f=R_T=0,5N$.
   - أ- أوجد التعبير الجديد للتسارع a_G ثم احسب قيمته.
   - ب- نعرف معامل الاحتكاك k بالعلاقة $k=\tan(\varphi)$. أحسب k.

تمرين رقم 3° | 30min | Type BAC

نضع جسما صلبا (S) مركز قصوره G و كتلته m فوق مستوى أفقي، و نطبق عليه بواسطة خيط قوة $\vec{F}$ ثابتة أفقية منحاها هو منحى الحركة. لدراسة حركة G نختار معلما$R(O,\vec{i})$ مرتبطا بالأرض، و نعتبر لحظة انطلاق G من A بدون سرعة بدئية أصلا للتواريخ $(t=0)$.

يمر G من الموضع B في اللحظة t_B بسرعة v_B

- **نعطي:**
  - $m=0,25kg$ ؛
  - $t_B=2s$ ؛ $v_B=2m.s^{-1}$ ؛ الاحتكاكات مهملة.



1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، أثبت أن المعادلة التفاضلية التي يحققها x_G أفصول G في المعلم $R(O,\vec{i})$ هي $\dfrac{d^2x}{dt^2}=\dfrac{F}{m}$.
   استنتج طبيعة حركة G .
2. أوجد التعبير العددي لمتجهة التسارع $\vec{a}_G$ لحركة G .
3. احسب شدة القوة $\vec{F}$.

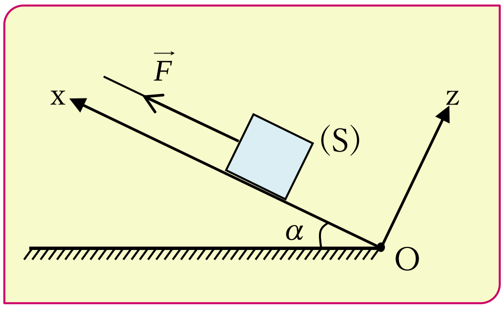
تمرين رقم 4° | 30min | Appli

يتكون التركيب الممثل جانبه من جسم صلب (S) كتلته $m=200g$ قابل للانزلاق على سكة مائلة بزاوية $\alpha=30°$ بالنسبة للمستوى الأفقي. نطبق بواسطة خيط غير قابل للامتداد، قوة ثابتة $\vec{F}$ لجر الجسم (S) وفق الخط الأكبر ميلا بالنسبة للمستوى الأفقي.

نعتبر خلال هذه الحركة أن شدة المركبة المماسية $f=R_T$ للقوة التي يطبقها المستوى المائل على الجسم (S) و شدة مركبتها المنظمية تربط بينهما العلاقة: $R_T=0,25\ R_N$.

عند اللحظة $t=0$، ينطلق الجسم (S) من النقطة O بتسارع ثابت قيمته $a=1,2m.s^{-2}$.

- **نعطي :** $g=9,8m.s^{-2}$.

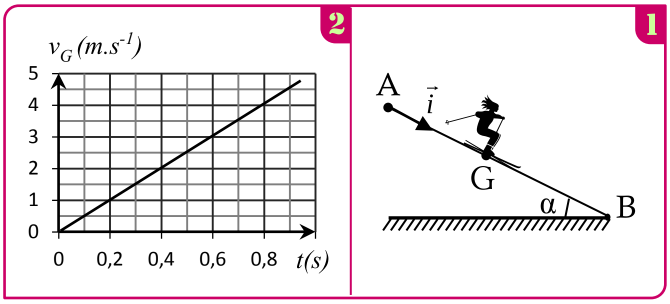


1. اجرد و مثل القوى المطبقة على الجسم (S) .
2. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، احسب قيمة R_N و استنتج R_T .
3. احسب الشدة F .
4. اكتب، بدلالة الزمن t ، المعادلة الزمنية $x(t)$ لحركة مركز قصور الجسم G باعتبار أن الجسم ينطلق بدون سرعة بدئية من النقطة O (أصل المعلم).
5. ما هي المسافة التي قطعها الجسم عند اللحظة $t=10\ s$ ؟
6. احسب قيمة v_G سرعة الجسم عند هاته اللحظة .

تمرين رقم 5° | 15min | Type BAC

عند لحظة $t=0$، ينطلق متزلج كتلته m من الموضع A، فينزلق على سكة طولها $AB=10m$. لدراسة حركة G مركز قصور الجسم (S) نختار معلما $(A,\vec{i})$ مرتبطا بالأرض حيث $x_G=x_A=0$ عند $t=0$.

- **نعطي:**
  - $g=10\ m.s^{-2}$.
  - الحركة تتم بدون احتكاك.



❶ بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول x_G تكتب كما يلي:

$$\frac{d^2x_G}{dt^2}=g.\sin\alpha$$

استنتج طبيعة حركة G.

❷ بعد تصوير حركة المتزلج بواسطة كاميرا رقمية و معالجة المعطيات بواسطة برنام مناسب تم الحصول على مخطط السرعة المثل في الشكل 2.

أ- عين مبيانيا قيمة التسارع a_G.

ب- حدد قيمة المدة الزمنية التي قطع فيها المتزلج المسافة AB.

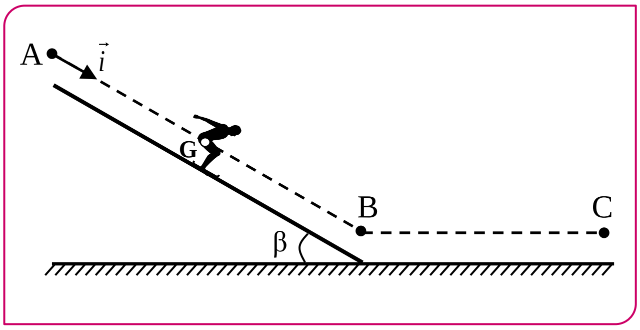
❸ حدد سرعة المتزلج عند وصوله إلى النقطة B.

تمرين رقم 6° | 30min | Type BAC

ينطلق متسابق كتلته m و مركز قصوره G عند اللحظة $t_0=0$ من الموضع A بدون سرعة بدئية حيث $x_G=x_A=0$.

خلال حركته، نعتبر أن المتسابق يخضع إلى احتكاكات مكافئة لقوة وحيدة متجهتها $\vec{f}$ ثابتة و منحاها معاكس لمنحى الحركة.

- **نعطي:**
  - مسار حركة G مستقيمي ؛
  - شدة مجال الثقالة: $g=10m.s^{-2}$ ؛ $m=80kg$ ؛
  - $\beta=30°$ ؛ $f=60N$ ؛ $AB=100\ m$.
  - سرعة المتسابق في الموضع C هي: $v_C=25m.s^{-1}$.
  - طول الجزء BC هو $L=90m$.



❶ بين أن تعبير منظم تسارع حركة G هو: $a_G=g.\sin\beta-\frac{f}{m}$.

احسب قيمة a_G.

❷ ما طبيعة حركة المتسابق على هذا المسار؟

❸ اكتب المعادلة الزمنية $x(t)$ لحركة G.

❹ استنتج اللحظة t_B التي يصل فيها المتسابق إلى النقطة B.

❺ أوجد القيمة v_B لسرعة المتسابق في الموضع B.

❻ أوجد تعبير الشدة f' لقوة الاحتكاك على الجزء BC بدلالة m و L و v_B و v_C. احسب f'.

تمرين رقم 7° | 15min | Type BAC

يهدف هذا التمرين إلى دراسة الحركة الرأسية لحمولة أثناء رفعها بواسطة رافعة في أحد أوراش البناء.

بأحد أوراش البناء، تم تصوير حركة حمولة (C)، مركز قصورها G و كتلتها $m=400kg$، أثناء رفعها.

خلال الحركة، يطبق الحبل الفولاذي على (C) قوة ثابتة متجهتها $\vec{T}$

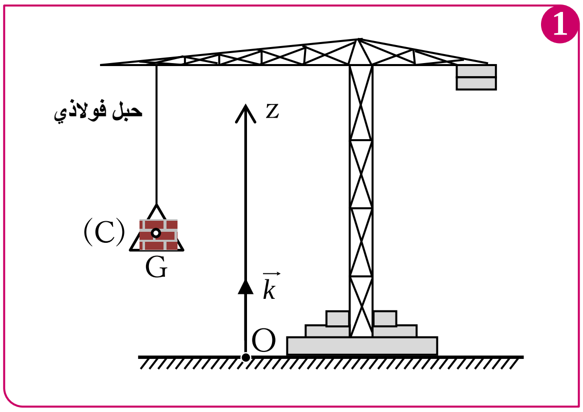
ندرس حركة G في معلم $(O,\vec{k})$ مرتبط بالأرض نعتبره غاليليا. شكل 1.

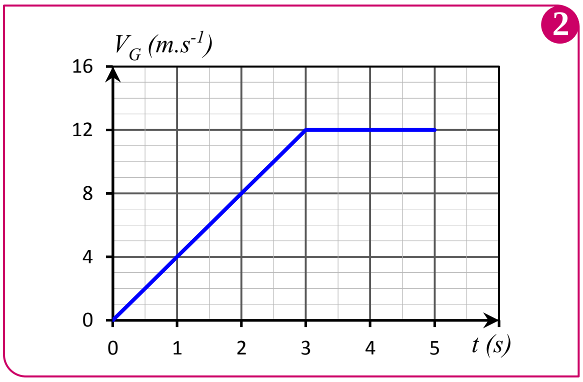
بعد معالجة شريط حركة (C) بواسطة برنم مناسب، نحصل على المنحنى الممثل في الشكل 2 الذي يمثل السرعة $V_G(t)$.

- نأخذ شدة الثقالة: $g=10m.s^{-2}$.
- نهمل جميع الاحتكاكات.

❶ حدد طبيعة حركة مركز القصور G في كل من المجالين الزمنيين $[0\ ;\ 3s]$ و $[3s\ ;\ 4s]$.

❷ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن أوجد شدة القوة $\vec{T}$ التي يطبقها الحبل الفولاذي في كل من المجالين الزمنيين $[0\ ;\ 3s]$ و $[3s\ ;\ 4s]$.

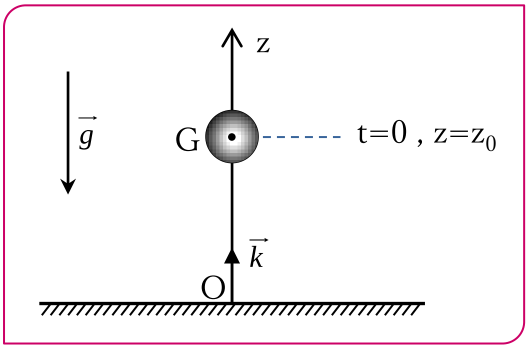




تمرين رقم 8° | 30min | Type BAC

ندرس السقوط الحر لكرية كتلتها m في الفراغ . عند اللحظة $t=0$ نحرر الكرة من ارتفاع $z_0=100m$ بدون سرعة بدئية . نمعلم موضع الكرية عند اللحظة t على المحور الرأسي $(O,\vec{k})$ الموجه نحو الأعلى.

- نأخذ : $g=10N.kg^{-1}$ ؛



❶ عرف السقوط الرأسي الحر.
❷ اجرد القوى المطبقة على الكرية، و اعط تعبيرها المتجهي.
❸ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد تعبير متجهة التسارع $\vec{a}_G$.
استنتج طبيعة حركة الكرية .
❹ حدد تعبير متجهة السرعة و متجهة الموضع للكرية .
❺ اكتب المعادلات الزمنية $v_z(t)$ و $z(t)$.
❻ أ– استنتج عند أي لحظة تلمس الكرية الأرض ؟
ب– ما سرعة الكرية عند هذه اللحظة (لحظة لمس السطح) ؟

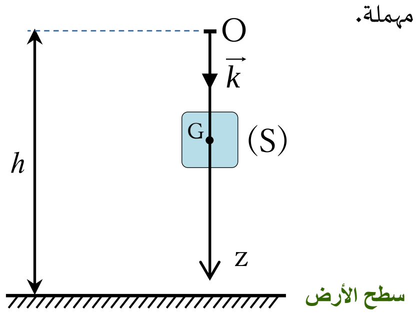
تمرين رقم 9° | 25min | Type BAC

توصل نيوتن إلى اكتشاف قانون التجاذب الكوني ، بعد تأمله في سقوط تفاحة. كما صاغ القانون الأساسي للتحريك الذي يعرف بالقانون الثاني لنيوتن الذي يفسر حركة الأجسام .

عند اللحظة $t=0$، نحرر بدون سرعة بدئية من موضع O يوجد على ارتفاع $h=100\ m$ من سطح الأرض، جسما صلبا متجانسا كتلته m.

ندرس حركة الجسم (S) في معلم $R(O,z)$ مرتبط بالأرض.

- الاحتكاكات مهملة.



❶ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها سرعة مركز قصور الجسم (S) v_z في المعلم $R(O,z)$.
❷ استنتج طبيعة حركة الجسم (S).
❸ أكتب المعادلة الزمنية $z(t)$ لحركة G .
❹ علما أن الجسم (S) يلمس سطح الأرض عند اللحظة $t=4{,}51s$
أحسب قيمة تقريبية لشدة الثقالة g .
❺ أحسب سرعة الجسم (S) عند اللحظة $t=2{,}00\ s$.

تمرين رقم 10° | 30min | Type BAC

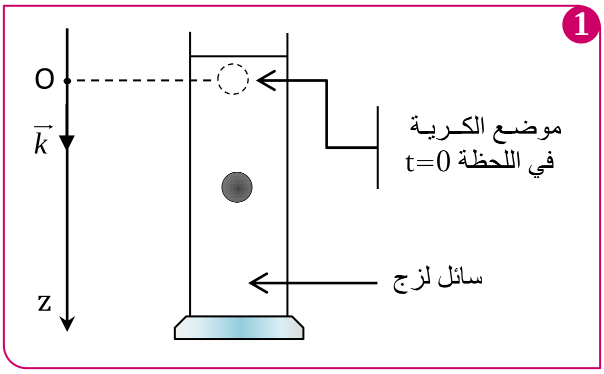
تمكن دراسة سقوط جسم صلب متجانس في سائل لزج من تحديد بعض المقادير الحركية و لزوجة السائل المستعمل. نملأ أنبوبا مدرجاً بسائل لزج وشفاف كتلته الحجمية ρ ثم نسقط فيه كرية متجانسة كتلتها m و مركز قصورها G بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t=0$. ندرس حركة G بالنسبة لمعلم أرضي نعتبره غاليليا.

نمعلم حركة G عند لحظة t بالأنسوب z على محور $(O,\vec{k})$ رأسي و موجه نحو الأسفل (شكل 1).

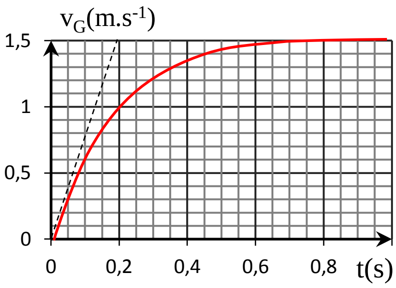
نعتبر أن موضع G منطبق مع أصل المحور $(O,\vec{k})$ عند أصل التواريخ و أن دافعة أرخميدس $\vec{F_A}$ غير مهملة بالنسبة لباقي القوى.

ننمذج تأثير السائل على الكرية أثناء حركتها بقوة احتكاك $\vec{f}=-k.\vec{v}_G$ حيث $\vec{v}_G$ متجهة سرعة G عند لحظة t و k معامل ثابت.

- معطيات : ◄ شعاع الكرية: $r=6{,}00.10^{-3}\ m$ ؛
◄ كتلة الكرية : $m=4{,}10.10^{-3}\ Kg$ ؛



❶ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن المعادلة التفاضلية لحركة G تكتب على شكل $\frac{dv_G}{dt}+A.v_G=B$ ، محددا تعبير A بدلالة k و m و تعبير B بدلالة شدة الثقالة g و m و ρ و V حجم الكرية.
❷ تحقق أن التعبير $v_G=\frac{B}{A}(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ حل للمعادلة التفاضلية، حيث $\tau=\frac{1}{A}$ الزمن المميز للحركة.
❸ أكتب تعبير السرعة الحدية v_{lim} لمركز قصور الكرية بدلالة A و B .
❹ نحصل بعدة معلوماتية ملائمة على المنحنى أسفله، حدد v_{lim} و τ .
❺ أوجد قيمة المعامل k .
❻ يتغير المعامل k مع شعاع الكرية و معامل اللزوجة η للسائل وفق العلاقة $k=6\pi\eta r$. حدد قيمة η للسائل المستعمل.
❼ تكتب المعادلة التفاضلية لحركة G على شكل: $\frac{dv}{dt}=7{,}57-5v$.
باعتماد طريقة أولير و معطيات الجدول أوجد قيمتي a_1 و v_2.



t (s)	v_G $(m.s^{-1})$	a $(m.s^{-2})$
0	0	7,57
0,033	0,25	a_1
0,066	v_2	5,27

تمرين رقم 11° | 25min | Appli

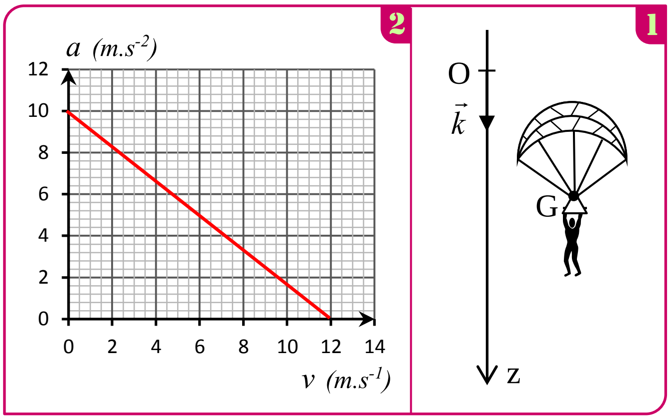
يسقط مظلي كتلته مع لوازمه $m=100kg$ سقوطا رأسيا من نقطة O بدون سرعة بدئية بالنسبة لمعلم أرضي محور $(O,\vec{k})$ موجه نحو الأسفل.

يخضع المظلي اثناء سقوطه إلى قوة مقاومة الهواء شدتها:

- $f = k.v$ (بحيث k معامل ثابت موجب).
- نهمل دافعة أرخميدس.

بواسطة عدة تجريبية و معلوماتية ملائمة تم الحصول على منحنى تغيرات التسارع a لمركز قصور المظلي بدلالة السرعة v. (الشكل 2).

نرمز بـ g لشدة مجال الثقالة.



1. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن المعادلة التفاضلية لحركة المظلي تكتب على شكل: $\dfrac{dv}{dt}+A.v=B$ ، حيث A و B ثابتتان يجب تحديد تعبيرهما بدلالة m و k و g .
2. حدد مبيانيا شدة مجال الثقالة g و السرعة الحدية $v_{\lim}$.
3. احسب قيمة الثابتتين A و B .
4. استنتج قيمة المقدار k محددا وحدته.
5. عند اللحظة $t_0=0$ ينطلق المظلي من النقطة O بدون سرعة بدئية. باعتمادك على طريقة أولير ، احسب قيمة السرعتين v_1 و v_2 عند اللحظتين t_1 و t_2 ، و التسارع a_2 عند اللحظة t_2. نأخذ $\Delta t=0,1s$ كخطوة للحساب.

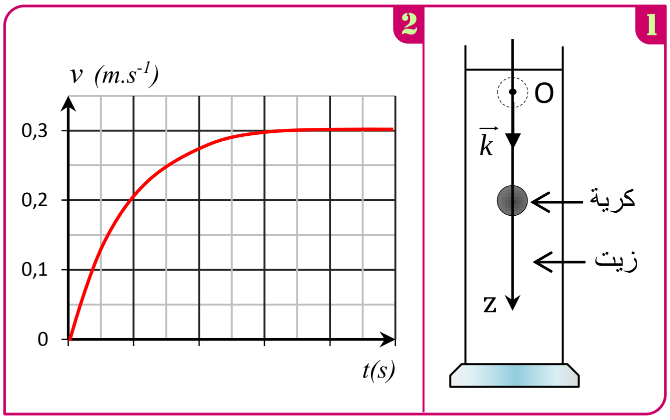
تمرين رقم 12° | 25min | Type BAC

يخضع كل جسم صلب مغمور في مائع إلى دافعة أرخميدس، و إذا كان هذا الجسم في حركة إزاحة داخل المائع فإنه يخضع كذلك إلى قوة احتكاك مائع.

يهدف هذا التمرين إلى تحديد η معامل لزوجة الزيت، بدراسة حركة كرية من الزجاج داخل أنبوب مملوء بالزيت.

- **معطيات:**
  - الكتلة الحجمية للزجاج: $\rho=2600\ kg.m^{-3}$ ؛
  - الكتلة الحجمية للزيت: $\rho_0=970\ kg.m^{-3}$ ؛
  - تسارع الثقالة: $g=9,81\ m.s^{-2}$ ؛
  - شعاع الكرية: $r=2,5.10^{-3}\ m$.
  - حجم الكرية: $V=\dfrac{4}{3}\pi.r^3$.

- ندرس حركة الكرية في معلم $(O,\vec{k})$ مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.
- تخضع الكرية أثناء حركتها داخل الزيت إلى القوى التالية:
- دافعة أرخميدس: $\vec{F}=-\rho_0.V.g.\vec{i}$.
- وزنها: $\vec{P}=m.\vec{g}$ ، مع m كتلة الكرية.
- قوة الاحتكاك المائع: $\vec{f}=-6\pi.\eta.r.v\,\vec{i}$ ، مع v سرعة الكرية.



1. بين أن المعادلة التفاضلية لحركة الكرية تكتب على الشكل التالي:
$$\frac{dv}{dt}+\frac{v}{\tau}=C$$
مع تحديد تعبير الثابتة C بدلالة g و ρ و ρ_0 ، و تعبير الثابتة τ (الزمن المميز) بدلالة ρ و r و η .
2. أثبت أن تعبير السرعة الحدية $v_{\lim}$ يكتب على شكل:
$$v_{\lim}=\frac{2}{9}\frac{g.r^2}{\eta}(\rho-\rho_0)$$
3. يمثل المنحنى أعلاه تغير سرعة الكرية بدلالة الزمن، حدد قيمة السرعة الحدية $v_{\lim}$، ثم استنتج معامل اللزوجة η للزيت.
4. المعادلة التفاضلية للحركة تكتب على شكل $\dfrac{dv}{dt}=6,15-22,15.v$ بتطبيق طريقة أولير حدد قيمة السرعتين v_1 و v_2 عند اللحظتين t_1 و t_2، علما أن خطوة الحساب هي $\Delta t=2.10^{-3}\ s$ و أن الكرية تنطلق بدون سرعة بدئية $v_0=0$.

تمرين رقم 13° | 35min | Type BAC

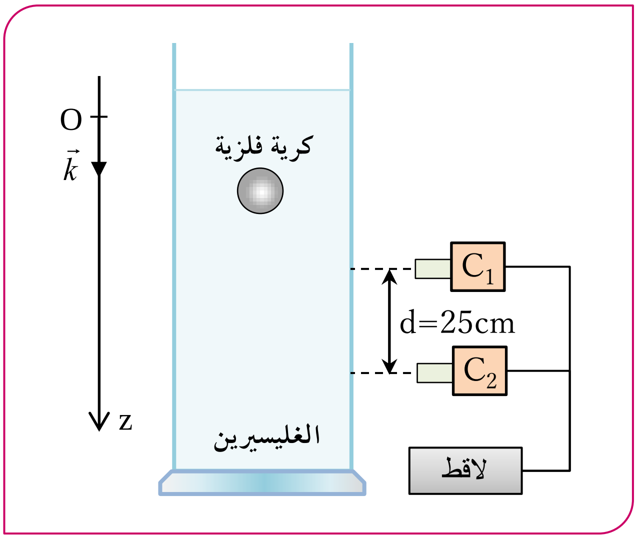
قياس معامل اللزوجة للغليسيرين

في هذا التمرين سندرس حركة السقوط لكرية فلزية شعاعها r و كتلتها m ، في سائل لزج من الغليسيرين معامل لزوجته η .

ننمذج قوة الاحتكاك المائع المطبقة من طرف السائل على الكرية أثناء حركتها بـ $\vec{f}=-6\pi.\eta.r.\vec{v}$.

- **معطيات:**
  - الكتلة الحجمية للكرية الفلزية: $\rho=7800\ kg.m^{-3}$.
  - الكتلة الحجمية للغليسيرين: $\rho_0=1260\ kg.m^{-3}$.
  - تسارع الثقالة: $g=9,8\ m.s^{-2}$.
  - شعاع الكرية: $r=1,6\ mm$ ؛ حجم الكرية: $V=\dfrac{4}{3}\pi.r^3$.
  - دافعة أرخميدس المطبقة من طرف الغليسيرين: $F_A=\rho_0.V.g$.

نملأ أنبوبا زجاجيا شفافا بالغليسيرين ثم نسقط فيه الكرية الفلزية، تنطلق الكرية من النقطة O عند اللحظة $t=0$ بدون سرعة بدئية . لدراسة حركة الكرية نختار محورا $(O,\vec{k})$ موجه نحو الأسفل .



❶ اجرد القوى المطبقة على الكرية و مثلها على الشكل بعد نقله.

❷ بين أن المعادلة التفاضلية للحركة تكتب على شكل :

$$\tau\frac{dv}{dt}+v=A$$

مع تحديد الثابتتين A و τ بدلالة r و g و ρ و ρ_0 و η .

❸ استنتج أن تعبير السرعة الحدية v_{lim} يكتب على الشكل التالي:

$$v_{\lim}=\frac{2g\,r^2}{9\eta}(\rho-\rho_0)$$

❹ يبدأ النظام الدائم عندما تصل الكرية إلى اللاقط الأول C_1 حيث تبقى سرعة الكرية ثابتة. يمكن اللاقط الثاني C_2 من قياس المدة الزمنية Δt التي تستغرقها الكرية لقطع المسافة $d=25cm$ (انظر الشكل أعلاه) .

أ- علما أن $\Delta t=1s$ ، حدد قيمة السرعة الحدية v_{lim}.

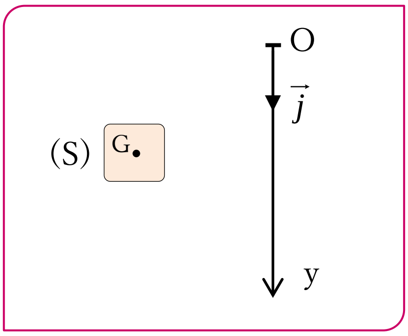
ب- استنتج قيمة معامل اللزوجة η للغليسيرين مع تحديد الوحدة.

ج- استنتج قيمة الزمن المميز τ للنظام البدئي .

تمرين رقم 14° | 🕐 20min | Type BAC

عند ارتفاع معين، يسقط جسم صلب (S) كتلته $m=30\ kg$ ، بدون سرعة بدئية.

● **نعطي:** $g=9,8\ m.s^{-2}$.



ينطبق موضع G مع أصل المحور $(O,\vec{j})$ عند أصل التواريخ $(t=0)$.

ننمذج تأثير الهواء على الجسم (S) أثناء حركته بالقوة: $\vec{f}=-k.v^2\vec{j}$ حيث $\vec{v}$ متجهة سرعة G عند لحظة t و $k=2,7$ في النظام العالمي للوحدات.

نهمل تأثير دافعة أرخميدس أمام القوى الأخرى المطبقة على (S) .

❶ اعتمادا على معادلة الأبعاد، حدد وحدة الثابتة k في النظام العالمي للوحدات.

❷ أثبت أن المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة v تكتب كما يلي:

$$\frac{dv}{dt}+9.10^{-2}.v^2=9,8$$

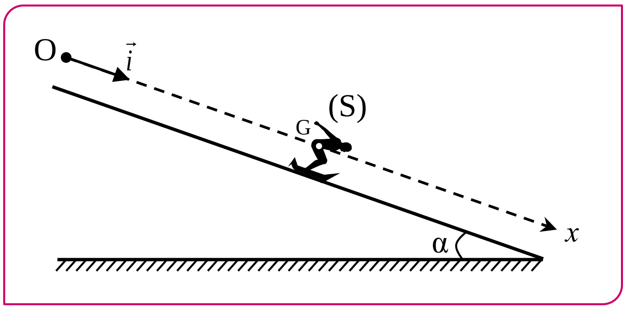
❸ حدد السرعة الحدية V_{lim} للحركة.

❹ علما أن سرعة مركز القصور G عند لحظة t_1 هي $v_1=2,75m.s^{-1}$، أوجد باعتماد طريقة أولير سرعته v_2 عند اللحظة $t_2=t_1+\Delta t$، حيث خطوة الحساب هي $\Delta t=2,4.10^{-2}\ s$.

تمرين رقم 15° | 🕐 15min | Type BAC

يمثل الشكل أسفله منحدرا للتزلج و هو عبارة عن مسار مستقيمي مائل بزاوية $\alpha=13°$.

● **نعطي:** كتلة المتزلج و لوازمه $m=60\ kg$ و $g=9,8\ m.s^{-2}$.



تخضع المجموعة (S) خلال حركتها لنوعين من الاحتكاكات:

◂ احتكاكات التماس بين السطح المائل و المجموعة (S) ننمذجها بقوة ثابتة $\vec{f_1}=-6.\vec{i}$.

◂ احتكاكات ناتجة عن تأثير الهواء، ننمذجها بالقوة $\vec{f_2}=-0,06.v^2.\vec{i}$ حيث v سرعة مركز القصور G .

❶ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت أن المعادلة التفاضلية التي تحققها v تكتب على شكل: $\frac{dv}{dt}+10^{-3}v^2=2,1$.

❷ استنتج قيمة السرعة الحدية V_{lim}.

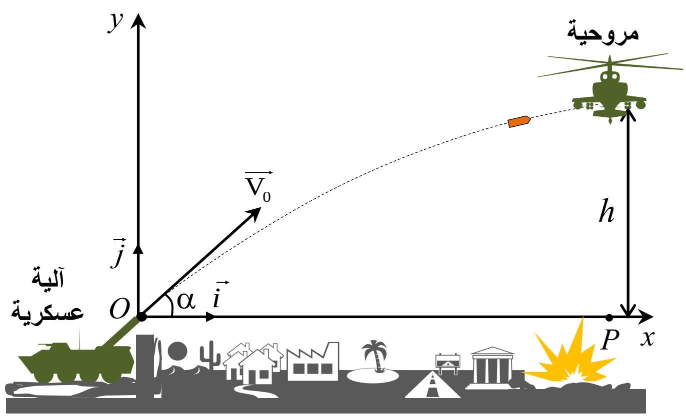
❸ باعتماد الجدول أسفله و باستعمال طريقة أولير، احسب القيمتين a_{i+1} و V_{i+2} .

$t(s)$	$v\ (m.s^{-1})$	$a\ (m.s^{-2})$
$t_i=3,6$	7,503	2,044
$t_{i+1}=4,0$	8,320	a_{i+1}
$t_{i+2}=4,4$	v_{i+2}	2,017

تمرين رقم 16° | 20min | Appli

في الرسم أسفله، تم تمثيل وضعية دفاع حربية الهدف منها هو إسقاط مروحية مقاتلة بواسطة آلية عسكرية خاصة.

لإسقاط المروحية يبرمج الجندي مدفع الآلية على زاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي بعد ذلك يتم إطلاق قذيفة كتلتها m فتغادر فوهة المدفع بسرعة بدئية $\vec{V}_0$ تكون زاوية α مع الخط الأفقي عند اللحظة $t=0$.



- **معطيات :**
  - جميع الاحتكاكات مهملة.
  - $OP=1\ km$ ؛ $h=400\ m$ ؛
  - $\alpha=45^{\circ}$ ؛ $g=10\ m.s^{-2}$.

❶ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد تعبير المعادلتين الزمنيتين $x(t)$ و $y(t)$ لحركة القذيفة في المعلم $R(O,\vec{i},\vec{j})$.

❷ استنتج أن تعبير معادلة المسار يكتب على الشكل التالي:

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

❸ حدد قيمة السرعة البدئية V_0 التي تمكن من إصابة المروحية.

❹ تغادر القذيفة فوهة المدفع عند اللحظة $t=0$. في أية لحظة تصل القذيفة إلى المروحية ؟

تمرين رقم 17° | 25min | Type BAC

يمثل الشكل جانبه رسم مبسط للعبة أطفال .

يرتكز مبدأ اللعبة على إسقط السيارة في الرمل أي في النقطة E و تجنب سقوطها في الماء.

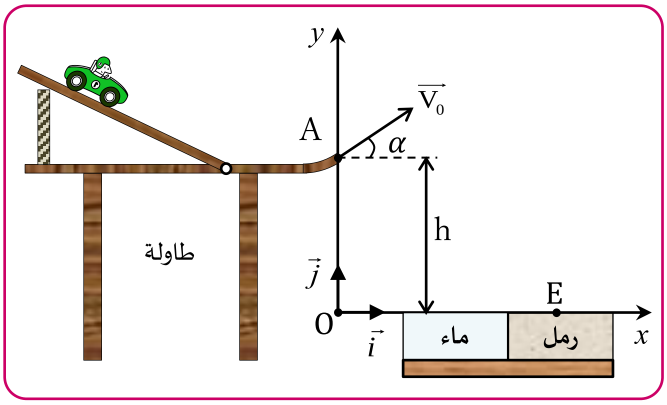
يتكون مسار السيارة من جزء مستقيمي مائل و جزء مستقيمي أفقي و جزء دائري. عندما تصل السيارة إلى النقطة A تغادر ها بسرعة منظمها V_A يكون اتجاهها زاوية α مع الخط الأفقي.

ننمذج السيارة بنقطة مادية كتلتها m . و نهمل جميع الاحتكاكات

- **معطيات:**

انظر الرسم التالي:

- $\alpha=30^{\circ}$.
- $g=9,81\ m.s^{-2}$.
- $OE=80\ cm$.
- $OA=h=50\ cm$.



ندرس الحركة في معلم متعامد ممنظم $R(O,\vec{i},\vec{j})$.

❶ أوجد المعادلتين الزمنيتين $x(t)$ و $y(t)$ لحركة السيرة.

❷ بين أن تعبير معادلة المسار في المعلم $R(O,\vec{i},\vec{j})$ يكتب عل شكل:

$$y(x)=-\frac{g}{2V_A^2.\cos^2\alpha}.x^2+x.\tan\alpha+h$$

❸ حدد قيمة السرعة البدئية V_A لكي تسقط السيارة في النقطة E .
(أي لتسقط في الرمل؛ حيث تكون المحاولة ناجحة).

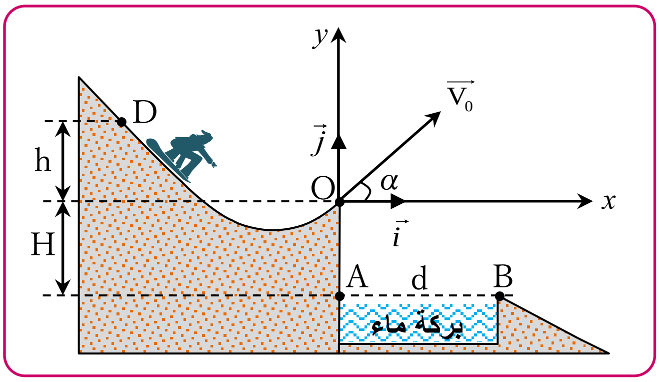
❹ حدد اللحظة t_E التي تصل فيها السيارة إلى النقطة E .

❺ أوجد قيمة x_S أفصول قمة مسار السيارة.

تمرين رقم 18° | 20min | Type BAC

يتزلق متزلج على سطح جبل مكسو بطبقة من الجليد توجد في سفحه بركة ماء.

يبين الشكل التالي مكان بركة الماء بالنسبة للنقطة O التي يكون عندها المتزلج مضطرا لمغادرة سطح الجبل بسرعة $\vec{V}_0$ تكون متجهتها زاوية α مع المستقيم الأفقي. انطلق المتزلج من نقطة D توجد على ارتفاع h بالنسبة للمستوى الأفقي المار من النقطة O.



في إحدى المحاولات، مر المتزلج من النقطة O أصل المعلم بسرعة معينة فسقط في بركة الماء.

نريد تحديد القيمة الدنيا h_m للارتفاع h للنقطة D التي يجب أن ينطلق منها المتزلج، بدون سرعة بدئية، لكي لا يسقط في بركة الماء.

- **معطيات:**
  - كتلة المتزلج ولوازمه: $m=60kg$ ؛
  - $g=10m.s^{-2}$ ؛ $H=0,50m$ ؛
  - $d=AB=10m$ ؛ $\alpha=30^{\circ}$ ؛
  - جميع الاحتكاكات مهملة.

❶ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها كل من إحداثيي متجهة سرعة المتزلج في المعلم $R(O,\vec{i},\vec{j})$.

❷ بين أن معادلة المسار تكتب في المعلم الديكارتي على الشكل التالي:

$$y(x)=-\frac{g}{2V_0^2.\cos^2\alpha}.x^2+x.\tan\alpha$$

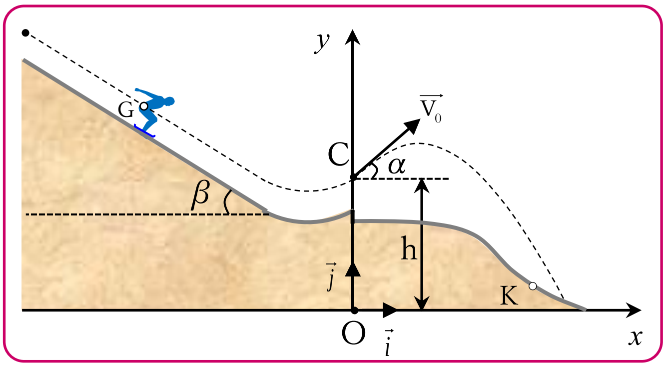
❸ بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية بين D و O بين أن تعبير السرعة البدئية عند النقطة O يكتب على شكل: $V_0=\sqrt{2g.h}$

❹ حدد القيمة الدنيا h_m للارتفاع h لكي لا يسقط المتزلج في بركة الماء.

تمرين رقم 19° | 20min | Type BAC

يعتبر القفز التزلجي من الرياضات الشتوية المشهورة حيث يتزلق فيها المتسابق وفق منحدر ليقفز في الهواء بسرعات تصل قيمتها إلى 95km/h تقريبا و تكون متجهاتها زاوية تقارب 11° مع المستوى الأفقي، و ذلك لتحقيق أحسن إنجاز ممكن.

تتكون حلبة السباق من منحدر مستقيمي مائل بزاوية β بالنسبة للمستوى الأفقي و من جزء مقعر و منطقة سقوطه على الجليد شكلها منحني (انظر الشكل أسفله).



يمر المتسابق عبر الجزء المقعر ليقفز في الهواء من الموضع C بسرعة بدئية $\vec{V_0}$ تكون زاوية α مع المستوى الأفقي المار من C.

لدراسة حركة G في مجال الثقالة المنتظم نختار معلما متعامدا ممنظما $R(O,\vec{i},\vec{j})$ و نعتبر لحظة مرور G من C أصلا للتواريخ t=0.

• **معطيات:**

- $g=10m.s^{-2}$ ؛ $OC=h=86\ m$ ؛
- $V_0=25\ m.s^{-1}$ ؛ $\alpha=11°$ ؛
- جميع الاحتكاكات مهملة.

❶ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن تعبير المعادلتين الزمنيتين $x(t)$ و $y(t)$ لحركة G هما:

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

❷ استنتج التعبير الحرفي لمعادلة المسار $y=f(x)$.

❸ احسب قيمة v_G سرعة المتزلج عند اللحظة t=4 s.

❹ تعتبر القفزة ناجحة إذا تجاوز المتسابق عند سقوطه، الموضع المعلم بالحرف K أفصوله $x_K=90\ m$.

يسقط المتسابق على الجليد عند اللحظة t=4 s في موضع يكون أفصوله G هو x_G. تحقق أن قفزة المتسابق كانت ناجحة.

تمرين رقم 20° | 20min | Type BAC

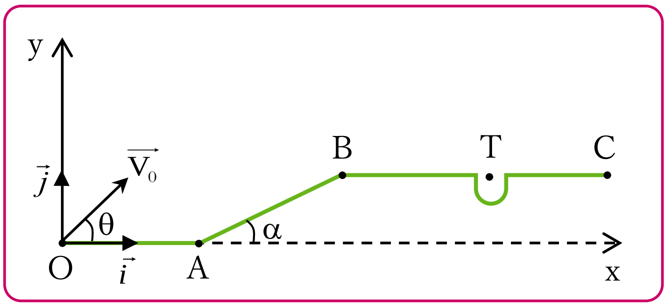
دراسة حركة كرة الغولف في مجال الثقالة المنتظم

يتكون أحد مدارات ملعب الغولف من 3 أجزاء:

- جزء أفقي OA طوله OA=2,2 m ،
- جزء AB طوله AB=4 m و مائل بزاوية $\alpha=24°$.
- جزء BC أفقي به حفرة مركزها T يبعد عن النقطة B بالمسافة BT=2,1 m .

توجد النقط B و T و C على استقامة واحدة. (الشكل أسفله)

نهمل تأثير الهواء و أبعاد كرة الغولف.



تتم دراسة حركة الكرة في المعلم $(O,\vec{i},\vec{j})$ المرتبط بالأرض نعتبره غاليليا.

عند اللحظة t=0، تم ارسال كرة الغولف من النقطة O نحو المركز T للحفرة بسرعة بدئية $V_0=10\ m.s^{-1}$.

تكون المتجهة $\vec{V_0}$ زاوية $\theta=45°$ مع المحور الأفقي (Ox) .

❶ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد المعادلتين الزمنيتين x(t) و y(t) لحركة الكرة.

❷ استنتج معادلة مسار الكرة.

❸ حدد قيمة x_S أفصول قمة مسار الكرة.

❹ تحقق أن الكرة تمر من النقطة T مركز الكرة.

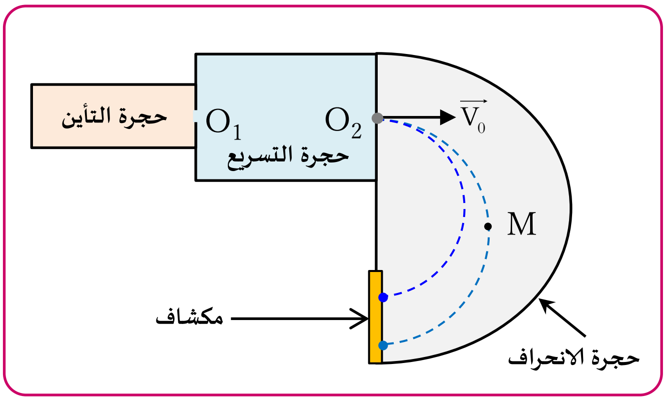
تمرين رقم 21° | 20min | Appli

راسم الطيف للكتلة جهاز يمكن من فرز أيونات ذات كتل أو شحن مختلفة.

نريد فرز الأيونات $^{22}_{11}Na^+$ عن الأيونات $^{24}_{11}Na^+$، كتلتاهما بالتتابع هما: $m_1=36,5.10^{-27}\ Kg$ و $m_2=39,8.10^{-27}\ Kg$.

لهذا الغرض نستعمل راسم الطيف المبين في الشكل أسفله.

• نهمل وزن الأيونات أمام القوى الأخرى.



تتحول ذرات الصوديوم في حجرة التأين إلى أيونات Na^{+} التي تغادر هذه الحجرة عند الثقب O_1 ثم تسرع في حجرة التسريع.

لتكن V_1 و V_2 بالتتابع سرعة الأيونين $^{22}_{11}Na^{+}$ و $^{24}_{11}Na^{+}$ عند مرورهما بالثقب O_2.

بعد خروج الأيونات من الثقب O_2 تدخل إلى حجرة الانحراف التي يوجد بها مجال مغنطيسي منتظم متجهته $\vec{B}$.

- **معطيات:**
  - $e=1,6.10^{-19}C$ ؛
  - $B=0,2T$ ؛
  - $V_1=93600 m.s^{-1}$ ؛
  - $V_2=89700 m.s^{-1}$.

❶ أنقل الشكل إلى ورقة تحريرك و مثل عليه في النقطة M متجهة المجال المغنطيسي $\vec{B}$ باستعمال الرمز ⊙ إذا كان المنحى نحو الأمام أو الرمز ⊗ إذا كان المنحى نحو الخلف.

❷ بين أن سرعة الأيونات داخل حجرة الانحراف ثابتة.

❸ بين أن تعبير شعاع مسار الأيون $^{22}_{11}Na^{+}$ هو: $R_1=\dfrac{m_1.V_1}{e.B}$.

استنتج تعبير شعاع مسار الأيون الثاني $^{24}_{11}Na^{+}$.

❹ لتكن M_1 و M_2 بالتتابع نقطتي اصطدام الأيونين $^{22}_{11}Na^{+}$ و $^{24}_{11}Na^{+}$ بالمكشاف . أحسب المسافة M_1M_2 .

تمرين رقم 22° | 🕐 25 min | Type BAC

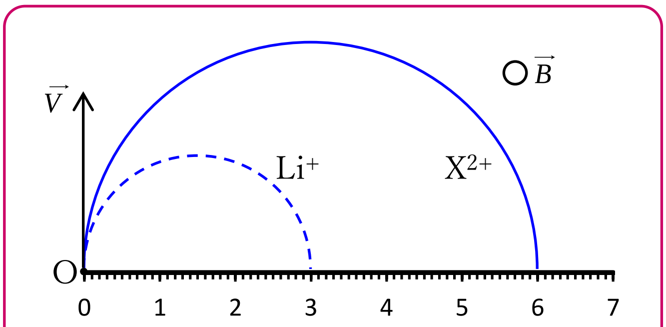
دراسة حركة دقيقة مشحونة في مجال مغنطيسي منتظم

تدخل دقيقتان مشحونتان Li^{+} و X^{2+} من نقطة O، بنفس السرعة البدئية متجهتها $\vec{V}$، في حيز من الفضاء به مجال مغنطيسي منتظم، متجهته $\vec{B}$ عمودية على المتجهة $\vec{V}$.

تمثل q_X و m_X على التوالي الشحنة الكهربائية و الكتلة للدقيقة X^{2+}.

نعتبر أن Li^{+} و X^{2+} تخضعان فقط لقوة لورنتز $(Lorentz)$.

- **معطيات:**
  - السرعة البدئية: $V=10^{5} m.s^{-1}$ ؛
  - شدة المجال المغنطيسي: $B=0,5 T$ ؛
  - قيمة الشحنة الابتدائية: $e=1,6.10^{-19} C$ ؛
  - كتلة الأيون Li^{+} : $m_{Li}=6,015 u$ ؛
  - $1u=1,66.10^{-27} kg$ ؛
  - يمثل الشكل أسفله مساري الدقيقتين في المجال المغنطيسي $\vec{B}$ ؛
  - نذكر أن تعبير قوة لورنتز هو: $\vec{F}=q\vec{V}\wedge\vec{B}$.



الشكل 1

❶ حدد الاتجاه و المنحى و الشدة لقوة لورنتز المطبقة على الدقيقة Li^{+} في النقطة O.

❷ حدد منحى المتجهة $\vec{B}$ مستعملا الرمز ⊙ إذا كان نحو الأمام أو الرمز ⊗ إذا كان نحو الخلف.

❸ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن في مرجع غاليلي، بين أن حركة الأيون Li^{+} حركة منتظمة و مسارها دائري يكتب على شكل:

$$R_{Li}=\frac{m_{Li}.V}{e.B}$$

❹ باستغلال معطيات الشكل 1، حدد النسبة $\dfrac{R_X}{R_{Li}}$ ، حيث R_X شعاع مسار الدقيقة X^{2+}.

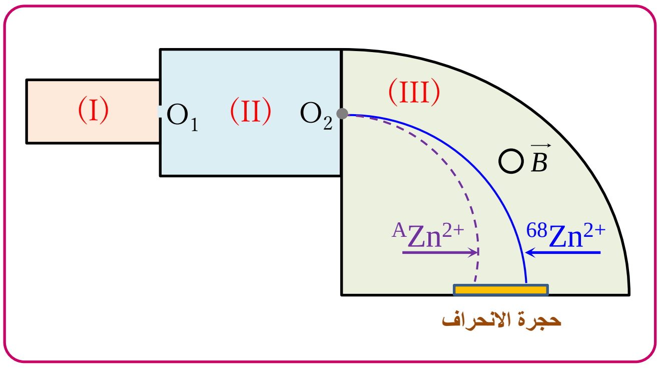
❺ تعرف، معللا جوابك، على الدقيقة X^{2+} علما أنها توجد ضمن الأيونات الثلاثة المقترحة في الجدول التالي:

الأيـــون	$^{40}_{20}Ca^{2+}$	$^{26}_{12}Mg^{2+}$	$^{24}_{12}Mg^{2+}$
كتلة الأيون بـ (u)	39,952	25,983	23,985

تمرين رقم 23° | 🕐 25 min | Type BAC

راسم الطيف للكتلة جهاز يمكن من فرز أيونات ذات شحن مختلفة أو كتل مختلفة، و يتكون من:

- حجرة التأين (I) .
- حجرة التسريع (II) .
- حجرة الانحراف (III) .



نضع في حجرة التأين خليطا من نظيري عنصر الزنك بحيث تتحول أيوناته إلى $^{68}Zn^{2+}$ و $^{A}Zn^{2+}$ ذات الكتلة على التوالي m_1 و m_2. في الحجرة (II) يتم تسريع هذه الأيونات بعد خروجها من الثقب O_1 بسرعة مهملة.

- **معطيات:**
  - كتلة الأيون $^{68}Zn^{2+}$: $m_1=1,13.10^{-25} kg$ ؛
  - $E=1,6.10^{-19} C$ ؛
  - شعاع مسار الأيون $^{68}Zn^{2+}$: $R_1=26,6 cm$ ؛
  - شعاع مسار الأيون $^{A}Zn^{2+}$: $R_2=27 cm$ ؛
  - كتلة البروتون = كتلة النوترون = m بحيث:
    $m=1,66.10^{-27} kg$ ؛
  - نهمل كتلة الإلكترون.

❶ للأيونين $^{68}Zn^{2+}$ و $^{A}Zn^{2+}$ نفس الطاقة الحركية عند النقطة O_2، أوجد تعبير النسبة $\frac{V_1}{V_2}$ بدلالة m_1 و m_2.

❷ بعد خروج الأيونات من الثقب O_2 تدخل حجرة الانحراف التي يوجد بها مجال مغنطيسي منتظم متجهته $\vec{B}$ متعامدة مع مستوى الشكل.

أ- حدد الاتجاه و المنحى لقوة لورنتز $\vec{F}$ المطبقة على الدقيقة $^{68}Zn^{2+}$ في النقطة O_2.

ب- حدد منحى المتجهة $\vec{B}$ مستعملا الرمز $\odot$ إذا كان نحو الأمام أو الرمز $\otimes$ إذا كان نحو الخلف.

ج- علما أن حركة دقيقة شحنتها q و كتلتها m في مجال مغنطيسي منتظم متجهته $\vec{B}$ هي حركة دائرية منتظمة، أوجد تعبير مسار الأيون $^{68}Zn^{2+}$ بدلالة m_1 و e و B و V_1.

❸ مستعينا بنتائج السؤالين (①) و (ج) أوجد تعبير النسبة $\frac{R_1}{R_2}$ بدلالة m_1 و m_2.

❹ احسب m_2 ثم استنتج A.

تمرين رقم 24° | 15 min | Appli

أجب بصحيح أو خطأ.

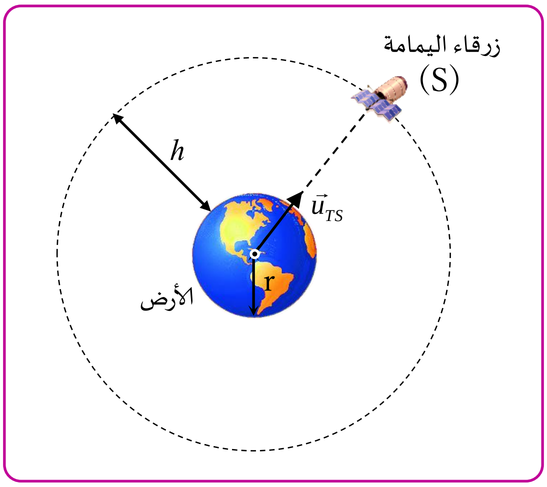
❶ يتعلق دور حركة كوكب حول الشمس بـ:		
أ	كتلة الكوكب	....
ب	كتلة الشمس	....
ج	المسافة الفاصلة بين الكوكب و الشمس	....
❷ يكون لساتل ساكن بالنسبة للأرض:		
أ	دور مداري يساوي سنة	....
ب	دور مداري يساوي يوم فلكي	....
ج	مدار دائري ينتمي لمستوى خط الاستواء	....
❸ يمكن زيادة سرعة حكة ساتل في حركة حول كوكب و ذلك:		
أ	بإبقائه في نفس المدار الدائري	....
ب	بوضعه في مدار شعاعه أصغر	....
ج	بوضعه في مدار شعاعه أكبر	....
❹ قيمة الثابتة $T^2/r^3 = cte$ هي نفسها بالنسبة:		
أ	لجميع كواكب المجموعة الشمسية	....
ب	لجميع أقمار كوكب معين	....
ج	لجميع أقمار و كواكب المجموعة الشمسية	....
❺ المرجع الملائم لدراسة حركة الأرض حول الشمس هو:		
أ	المرجع المركزي الأرضي	....
ب	المرجع المركزي الشمسي (مرجع كوبرنيك)	....
ج	معلم فريني.	....

تمرين رقم 25° | 30min | Type BAC

زرقاء اليمامة، قمر اصطناعي مغربي يقوم بمهام مراقبة الحدود الجغرافية للمملكة و بالتواصل و بالاستشعار عند بعد و قد انجز هذا القمر من طرف خبراء المركز الملكي للاستشعار البعدي بتعاون مع خبراء دوليين. تم وضع زرقاء اليمامة في مداره يوم 10 دجنبر 2001 على ارتفاع h من سطح الأرض.

ينجز هذا القمر الاصطناعي حوالي 14 دورة حول الأرض في يوم واحد.

نفترض أن مسار القمر (S) دائريا، و نعتبر أن الأرض ذات تماثل كروي لتوزيع الكتلة، كما نهمل أبعاد (S) أمام المسافة الفاصلة بينه و بين مركز الأرض.



◈ **نعطي:**

◈ ثابتة التجاذب الكوني: $G=6,67.10^{-11}(SI)$ ؛

◈ شعاع الأرض: $r_T=6350km$ ؛

◈ شدة الثقالة على سطح الأرض: $g_0=9,8m.s^{-2}$ ؛

◈ دور الأرض: $T=84164s$ ؛

◈ الارتفاع h: $h=1000km$ ؛

◈ $\vec{u}_{TS}$ متجهة واحدية موجه من O نحو S.

❶ انقل تبيانة الشكل أعلاه و مثل عليها متجهة السرعة $\vec{V}_S$ للقمر الاصطناعي و مثل كذلك متجهة قوة التجاذب الكوني التي تطبقها الأرض على القمر الاصطناعي (S).

❷ أعط التعبير المتجهي لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الأرض على القمر الاصطناعي (S).

❸ اكتب في أساس فريني، تعبير متجهة التسارع لحركة (S).

❹ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن على مركز قصور (S):

أ- بين أن حركة (S) دائرية منتظمة.

ب- اكتب تعبير V_S بدلالة g_0 و r_T و h ؛ و احسب قيمتها.

❺ بين أن كتلة الأرض هي $M_T=6.10^{24}kg$.

❻ بين أن القمر الاصطناعي (S) لا يبدو ساكنا بالنسبة لملاحظ أرضي.

❼ يقوم قمر اصطناعي (S') بالدوران حول الأرض بسرعة زاوية ω بحيث يبدو ساكنا بالنسبة لملاحظ أرضي، يستعمل في التوقعات الجوية.

أ- أثبت العلاقة: $\omega^2(r_T+z)^3=cte$ ؛ حيث z تمثل المسافة الفاصلة بين سطح الأرض و القمر الاصطناعي.

ب- أوجد قيمة z.

تمرين رقم 26° | 30 min | Type BAC

يهدف هذا التمرين إلى تحديد شعاع مسار المريخ و سرعته و كتلته.

نعتبر أن حركة المريخ في المرجع المركزي الشمسي دائرية، سرعتها V و شعاع و مسارها r (نهمل أبعاد المريخ أمام المسافة الفاصلة بينه وبين مركز الشمس).

◇ معطيات :

- ◇ كتلة الشمس: $M_S=2.10^{30}kg$ ؛
- ◇ شعاع المريخ: $R_M=3400km$.
- ◇ ثابتة التجاذب الكوني: $G=6,67.10^{-11}(SI)$.
- ◇ دور حركة المريخ حول الشمس: $T_M=687jours$ ،
- ◇ $1j=86400s$.
- ◇ نعتبر أن للشمس و للمريخ تماثلا كرويا لتوزيع الكتلة.

1. مثل على تبيانة القوة التي تطبقها الشمس (S) على المريخ (M).
2. اكتب بدلالة G و M_S و M_M و r تعبير الشدة $F_{S/M}$ لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الشمس على المريخ .
3. أ– بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن حركة المريخ حركة دائرية منتظمة.
   ب– بين أن : $\frac{T_M^2}{r^3}=\frac{4\pi^2}{GM_S}$ ؛ و أن $r=2,3.10^{11}m$.
   ج– أوجد السرعة V .
4. نعتبر أن القمر فوبوس (أحد أقمار المريخ القمر الثاني يسمى ديموس) يوجد في حركة دائرية حول المريخ على المسافة $z=6000\ km$ من سطحه. دور هذه الحركة هو $T_P=460min$ (نهمل أبعاد القمر فوبوس أمام باقي الأبعاد).
   بدراسة حركة فوبوس في مرجع أصله منطبق مع مركز المريخ و الذي نعتبره غاليليا، أوجد :
   أ– الكتلة M_M للمريخ .
   ب– شدة مجال الثقالة g_{0M} على سطح المريخ و قارنها بالقيمة $g_{Mex}=3,8\ N.kg^{-1}$ التي تم قياسها على سطحه باعتماد أجهزة متطورة.

تمرين رقم 27° | 25 min | Type BAC

يظهر القمر الاصطناعي نايلسات «NILESAT» ساكنا بالنسبة لملاحظ يوجد على سطح الأرض، و هو يستعمل للاتصالات و البث الإذاعي و التلفزي.

يرتفع القمر نايلسات عن سطح الأرض بالارتفاع h و يدور حول الأرض وفق مسار دائري.

◇ معطيات :

- ◇ ثابتة التجاذب الكوني: $G=6,67.10^{-11}\ (SI)$ ؛
- ◇ كتلة الأرض: $M_T=5,974.10^{24}\ kg$ ؛
- ◇ دور دوران الأرض حول محورها: $T=86164\ s$ ؛
- ◇ شعاع الأرض: $R_T=6378\ km$.

1. ما هو المرجع المناسب لدراسة حركة القمر الاصطناعي نايلسات ؟
2. هل يمكن أن يوجد قمر اصطناعي ساكن بالنسبة للأرض فوق مدينة ترجيست ؟ علل جوابك.
3. مثل في تبيانة، و بدون سلم، القمر الاصطناعي في مداره الدائري و متجهة سرعته $\vec{V}_S$ و قوة التجاذب الكوني $\vec{F}_{T/S}$ التي تطبقها الأرض.
4. بين أن حركة القمر الاصطناعي دائرية منتظمة.
5. بين أن القانون الثالث لكيبلر يكتب على شكل $\frac{T^2}{(R_T+h)^3}=K$ ، مع تحديد تعبير الثابتة K بدلالة G و M_T .
6. تحقق أن $h=3,578.10^4\ km$.

تمرين رقم 28° | 30 min | Type BAC

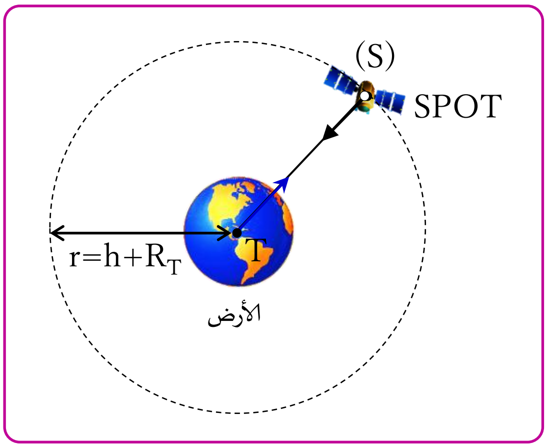
القمر الاصطناعي SPOT 5 هو آخر قمر من سلسلة الأقمار الاصطناعية SPOT ، و هي أقمار مسخرة لأغراض مدنية تهتم بملاحظة و دراسة سطح الأرض.

ينجز القمر SPOT 5، 369 دورة كاملة حول الأرض خلال كل 26 يوما شمسيا متوسطا.

يدور القمر SPOT حول الأرض وفق مدار دائري.

◇ معطيات:

- ◇ شعاع الأرض: $R_T=6387\ km$ ؛
- ◇ ارتفاع القمر الاصطناعي عن سطح الأرض: $h=822km$ ؛
- ◇ كتلة القمر الاصطناعي (S): $m_S=3000\ kg$ ؛
- ◇ ثابتة التجاذب الكوني: $G=6,67.10^{-11}\ (SI)$.

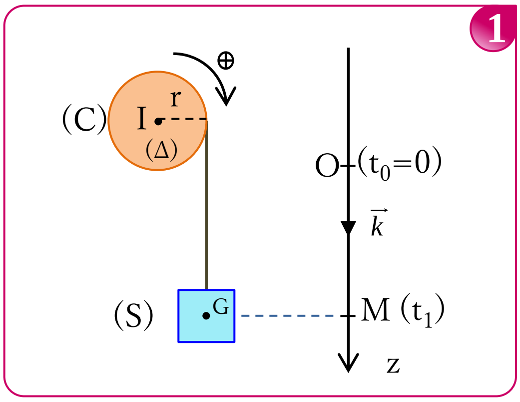


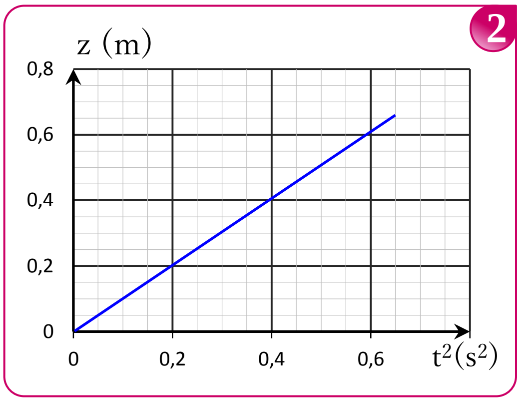
1. ذكر بالقانونين الأول و الثاني و لكيبلر.
2. ما هو المرجع المناسب لدراسة حركة القمر الاصطناعي SPOT ؟
3. أعط التعبير المتجهي لقوة التجاذب الكوني التي تطبقها الأرض على القمر الاصطناعي ثم مثلها على الشكل.
4. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بين أن حركة القمر الاصطناعي SPOT دائرية منتظمة.
5. أوجد تعبيري السرعة V و الدور المداري T لهذا القمر الاصطناعي بدلالة G و R_T و h و M_T كتلة الأرض.
6. بين أن علاقة القانون الثالث لكيبلر تكتب على الشكل التالي:
$$\frac{T^2}{(R_T+h)^3}=\frac{4\pi^2}{G.M_T}$$
7. احسب قيمة الدور المداري T ثم استنتج كتلة الأرض M_T .

تمرين رقم $29°$ | 20min | Appli

نعتبر أسطوانة (C) متجانسة شعاعها $r=5cm$ قابلة للدوران بدون احتكاك حول محور أفقي (Δ) ثابت يمر من مركزها I .
ليكن J_Δ عزم قصور الأسطوانة بالنسبة للمحور (Δ) .
نلف حول (C) خيطا غير ممدود و ذي كتلة مهملة، و نربط بطرفه الأسفل جسما صلبا (S) كتلته $m_S=50g$. الخيط لا ينزلق على الأسطوانة (الشكل 1).
نحرر الأسطوانة بدون سرعة بدئية في اللحظة ذات التاريخ $t_0=0$.
الدراسة التجريبية لحركة الجسم (S) مكنت من تخطيط منحنى تغير أنسوب G، مركز قصور (S) ، بدلالة t^2 (انظر الشكل 2 أسفله).

◈ **نعطي:** شدة الثقالة: $g=9,8\ m.s^{-2}$.

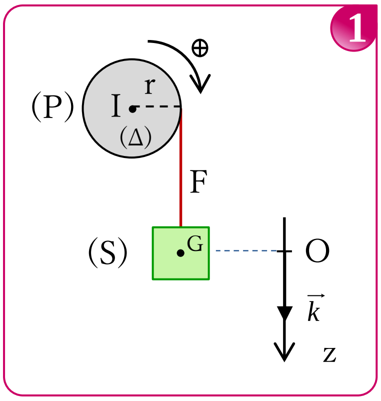




1. حدد طبيعة حركة (S) .
2. عين مبيانيا تسارعه a .
3. يقطع (S) مسافة $h=1m$ عند اللحظة t_1. احسب t_1 .
4. ما طبيعة حركة الأسطوانة ؟
5. احسب عدد الدورات التي أنجزتها الأسطوانة خلال المدة الزمنية $\Delta t=t_1-t_0$.
6. أحسب قيمة T شدة القوة التي يطبقها الخيط على الأسطوانة.
7. احسب قيمة J_Δ عزم قصور الأسطوانة بالنسبة للمحور (Δ).

تمرين رقم $30°$ | 20min | Appli

نلف خيطا F غير ممدود و كتلته مهملة، حول مجرى بكرة (P) شعاعها r و عزم قصورها J_Δ بالنسبة لمحور دوران أفقي (Δ) يمر من مركزها I.
يحمل الطرف الآخر للخيط جسما صلبا (S) كتلته m .
(انظر الشكل 1) .



◈ **نعطي:**

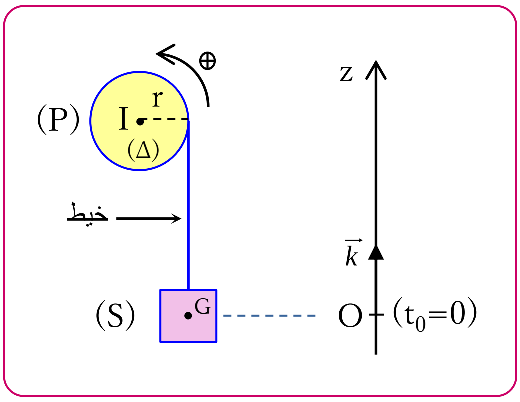
- ◈ $J_\Delta=10^{-4}kg.m^2$.
- ◈ $r=10cm$.
- ◈ $m=100g$.
- ◈ $g=10m.s^{-2}$.

1. نحرر المجموعة عند اللحظة t_0 بدون سرعة بدئية، حيث $\theta(t_0)=0$.
احسب المسافة d التي يقطعها (S) عندما تنجز البكرة 3 دورات.
2. علما أن التسارع الزاوي للبكرة هو $\ddot{\theta}=91rad.s^{-2}$:
أ- احسب مجموع عزوم القوى المسلطة على البكرة.
ب- علما أن الاحتكاكات مهملة، احسب قيمة T توتر الخيط.
ج- حدد المعادلة الزمنية لحركة البكرة $\theta(t)$.
3. احسب المدة الزمنية Δt لتصل السرعة الزاوية للبكرة إلى القيمة $\omega=105rad.s^{-1}$ ، علما أن سرعتها البدئية عند $t=0$ منعدمة.

تمرين رقم $31°$ | 20min | Type BAC

ننمذج رافعة ببكرة (P) شعاعها $r=20cm$ قابلة للدوران حول محور أفقي (Δ) ثابت منطبق مع محور تماثلها، و جسم صلب (S) كتلته $m=50kg$ مرتبط بالبكرة (P) بواسطة خيط غير مدود و كتلته مهملة يمر في مجرى البكرة و لا ينزلق عليها أثناء الحركة.
يرمز J_Δ لعزم قصور البكرة (P) بالنسبة لمحور الدوران (Δ) .
تدور البكرة (P) تحت تأثير محرك يطبق عليها مزدوجة محركة عزمها ثابت $\mathcal{M}=104,2m.N$. فينتقل الجسم (S) بدون سرعة بدئية نحو الأعلى.
نمعلم حركة مركز القصور G للجسم (S) عند لحظة t بالأنسوب z في المعلم (O,z) الذي نعتبر غاليليا (انظر الشكل أسفله) .
يكون G منطبق مع أصل المعلم O عند اللحظة $t_0=0$.

◈ **نعطي:** شدة الثقالة: $g=9,8\ m.s^{-2}$.



❶ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن و العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران على المجموعة { البكرة $(P)-$ خيط - الجسم (S) } ، بين أن التسارع a_G لحركة G هو :

$$a_G=\frac{\mathcal{M}.r-m.g.r^2}{m.r^2+J_\Delta}$$

❷ مكنت الدراسة التجريبية لحركة G من الحصول على المعادلة الزمنية $z=0,2t^2$ ، حيث z بالمتر و t بالثانية .
حدد عزم القصور J_Δ.

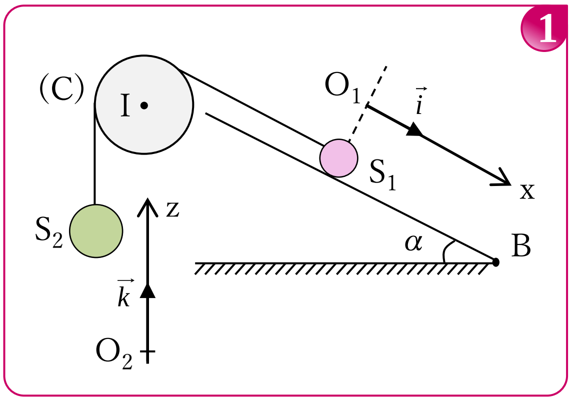
تمرين رقم 32° | 30 min | Appli

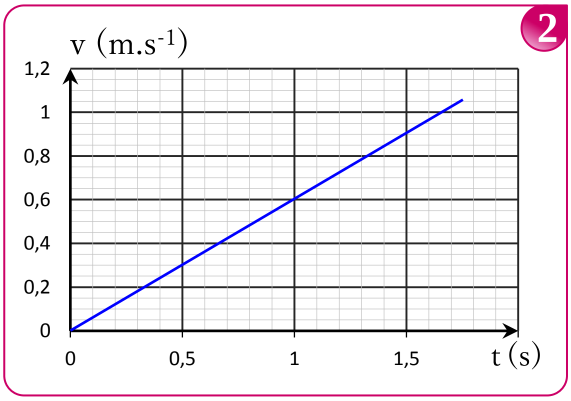
يتكون تركيب الشكل 1 من :

- جسم صلب S_1 نقطي كتلته m_1 .
- جسم صلب S_2 نقطي كتلته m_2 .
- أسطوانة (C) قابلة للدوران بدون احتكاك حول محور أفقي (Δ) يمر بمركزها I، للأسطوانة كتلة M و شعاع r و عزم قصور J_Δ بالنسبة للمحور (Δ).
- خيط f غير ممدود، و كتلته مهملة ، لا ينزلق على مجرى البكرة.

◈ **نعطي:**

◈ $r=5\ cm$ ، $\alpha=30°$ ، $g=10\ m.s^{-2}$.
◈ $m_1=100\ g$ و $m_2=400\ g$ ؛

1


2


عند أصل التواريخ $(t=0)$ يوجد S_1 عند أصل المحور $(O_1\ ,\ x)$ و يوجد S_2 عند أصل المحور $(O_2\ ,\ z)$.
نحرر المجموعة بدون سرعة بدئية عند $t=0$ و نهمل جميع الاحتكاكات.
يمثل الشكل 2 مخطط السرعات لحركة S_1 .

❶ حدد طبيعة حركة الجسم S_1 .
❷ اكتب المعادلة الزمنية $x(t)$ لحركة S_1 .
❸ بين أن عدد الدورات n المنجزة من طرف البكرة عند اللحظة t هو

$$n=\frac{\ddot{\theta}.t^2}{4\pi}$$

❹ أ- احسب، عند اللحظة $t_1=1s$، توتر الخيط المطبق على S_1 .
ب- أوجد عدد دورات الأسطوانة n عند اللحظة t_1 .
ج- احسب تسارع نقطة M من محيط الأسطوانة عند t_1 .
❺ علما أن $J_\Delta=\frac{1}{2}M.r^2$، احسب قيمة J_Δ .
❻ استنتج أن $M=80\ g$.

تمرين رقم 33° | 20 min | Appli

ندير اسطوانة C كتلتها $m=1\ kg$ ، و شعاعها $r=5\ cm$ حول محور ثابت (Δ) يمر بمركز ثقلها G إلى أن تصل سرعتها الزاوية $\omega_0=5\ rad/s$ ، و نتركها.
علما أن الأسطوانة تتوقف عن الدوران بعد مدة زمنية $\Delta t=10\ s$ ، من لحظة وصول سرعتها الزاوية إلى القيمة ω_0 بسبب تأثير مزدوجة احتكاك عزمها ثابت $\mathcal{M}$.

أُحسب قيم:

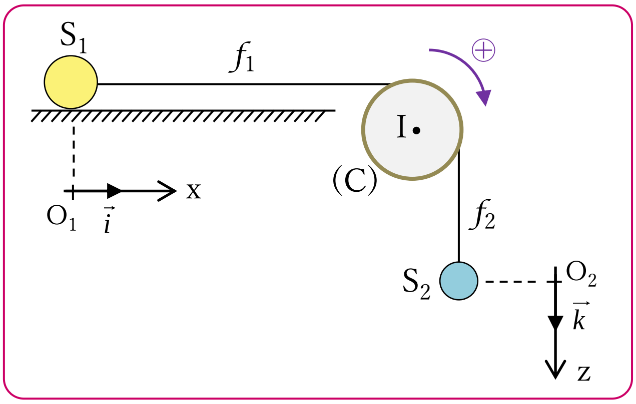
❶ التسارع الزاوي للبكرة $\ddot{\theta}$.
❷ عزم مزدوجة الاحتكاك $\mathcal{M}$.
❸ عدد الدورات بين لحظة ترك الأسطوانة و لحظة توقفها.

◈ **نعطي** : $J_\Delta=\frac{1}{2}M.r^2$.

تمرين رقم 34° | 20 min | Appli

تتكون المجموعة الميكانيكية الممثلة في الشكل أسفله من :

- بكرة C ذات مجرى شعاعها r ، يمكنها الدوران بدون احتكاك حول محور ثابت أفقي (Δ) مار بمركزها، و عزم قصورها J_Δ .
- جسم S_1 يتحرك بدون احتكاك على مستوى أفقي وفق المحور (Ox) .
- جسم S_2 يتحرك شاقوليا على الاتجاه (Oz) .
- f_1 و f_2 خيطان غير ممدودان ، و لا ينزلقان على مجرى البكرة و كتلتاهما مهملتان.



◈ **نعطي:**

◈ $r=5\ cm$ ، $g=10\ m.s^{-2}$.

◈ $m_1=m_2=m=100\ g$ ، $J_\Delta=5.10^{-4}\ kg.m^2$.

نحرر المجموعة بدون سرعة بدئية عند أصل التواريخ $t=0$ حيث S_1 يوجد عند $x=0$ و S_2 عند $z=0$.
نهمل الاحتكاكات.

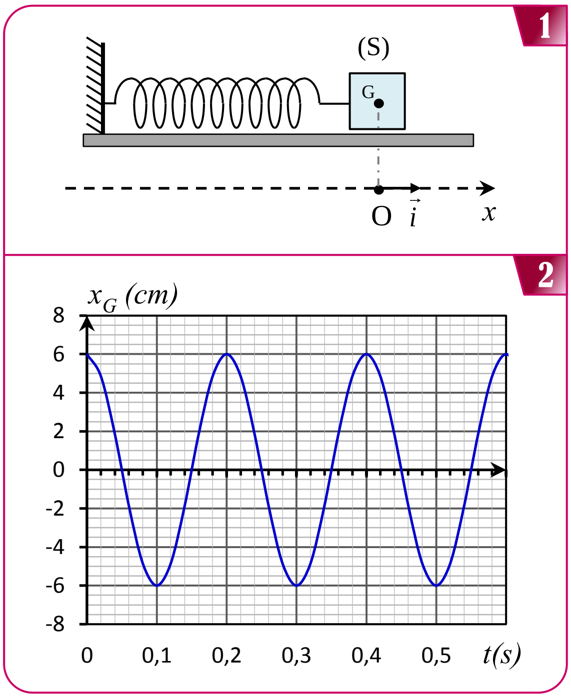
المطلوب:

- أعط تعبير التسارع المشترك a للجسمين S_1 و S_2 بدلالة g و m و r و J_Δ ، و احسب قيمته.

تمرين رقم 35° | 30 min | Appli

نعتبر متذبذبا ميكانيكيا أفقيا مكونا من جسم صلب (S) كتلته $m=0,02\ kg$ و مركز قصوره G مثبت بطرف نابض لفاته غير متصلة و كتلته مهملة و صلابته K.

ينزلق الجسم (S) بدون احتكاك فوق المستوى الأفقي.
عند التوازن يكون النابض غير مشوه و مركز قصوره G حيث $x_{G0}=0$.
نزيح الجسم (S) عن موضع توازنه في المنحى الموجب بالمسافة X_m ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t_0=0$. (الشكل 1).
نحصل بواسطة عدة معلوماتية مناسبة على مخطط المسافات :الشكل 2.



❶ بتطبيق القانون الثاني لنيتن، بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول x_G تكتب على شكل $\ddot{x}+\alpha.x=0$ مع تحديد تعبير الثابتة α بدلالة K و m.

❷ حل المعادلة التفاضلية السابقة هو $x_G=X_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)$

أوجد تعبير الدور الخاص T_0 بدلالة m و K و بين أن له بعد زمني.

❸ حدد مبيانيا قيم كل من: X_m و T_0 و φ .

❹ تحقق أن $K=20\ N.m^{-1}$ (نأخذ $\pi^2=10$) .

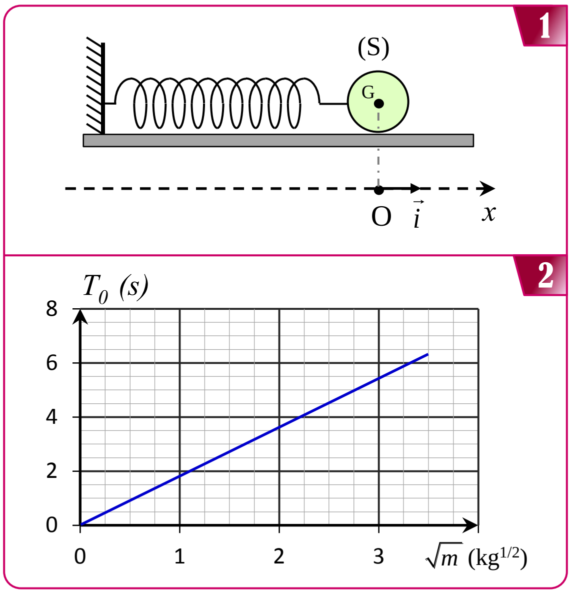
❺ اكتب تعبير المعادلة الزمنية $x(t)$ للحركة .

❻ استنتج قيمة $\dot{x}_G$ عند مرور الجسم لأول مرة من موضع توازنه.

❼ احسب قيمة $\ddot{x}_G$ تسارع الجسم (S) عند اللحظة $t=0,1\ s$.

تمرين رقم 36° | 30 min | Type BAC

تتكون المجموعة المتذبذبة الممثلة في الشكل 1 من جسم صلب (S) كتلته m مثبت بطرف نابض أفقي لفاته غير متصلة، كتلته مهملة و صلابته K.
الجسم (S) قابل للانزلاق بدون احتكاك على نضد هوائي أفقي .
نزيح الجسم (S) أفقيا عن موضع توازنه المستقر بالمسافة X_m في المنحى الموجب للمعلم $(O,\vec{i})$ ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t=0$. عند التوازن $x_G=0$.



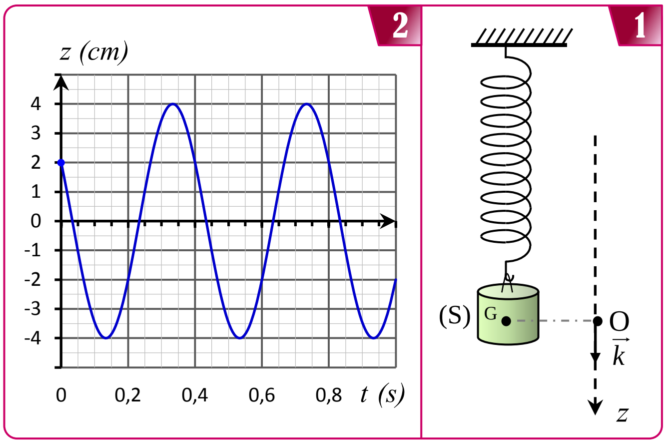
❶ بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أثبت المعادلة التفاضلية للحركة.

❷ يكتب حل المعادلة التفاضلية على شكل: $x_G=X_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$
أوجد تعبير الدور الخاص T_0 للمتذبذب.

❸ لدراسة تأثير الكتلة على قيمة الدور الخاص للمتذبذب، قام التلاميذ بقياس T_0 بالنسبة لأجسام ذات كتل m مختلفة. مكنت النتائج التجريبية المحصلة من تمثيل تغيرات T_0 بدلالة $\sqrt{m}$ (الشكل 2).
حدد قيمة الصلابة K .

تمرين رقم 37° | 20 min | Type BAC

يتكون متذبذب ميكانيكي من نابض لفاته غير متصلة و صلابته $K=20N.m^{-1}$ و جسم صلب كتلته $m=200\ g$.
نهمل جميع الاحتكاكات الناتجة عن الهواء و نأخذ $g=9,8\ N.kg^{-1}$.
نعلم الموضع اللحظي لمركز القصور G بالأنسوب z على المحور الرأسي الموجه نحو الأسفل $(O,\vec{k})$.
أصل المحور الرأسي منطبق مع G_0 موضع G عند التوازن.
نزيح الجسم (S) عن موضع توازنه رأسيا ثم نرسله عند اللحظة $t=0$ بسرعة بدئية $\vec{V_0}=V_{0z}.\vec{k}$
يمثل منحنى الشكل 2 تطور الأنسوب z لمركز القصور G بدلالة الزمن.



❶ حدد، عند التوازن، تعبير الإطالة $\Delta\ell_0$ للنابض بدلالة m و K و g .

❷ أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها الأنسوب z لمركز القصور G.

❸ يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على الشكل التالي:

$z = z_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$ حيث T_0 الدور الخاص للمتذبذب.

حدد قيمة كل من T_0 و z_m و φ .

❹ أوجد صلابة النابض K (نأخذ $\pi^2=10$) .

❺ اكتب المعادلة الزمنية $z(t)$ للحركة.

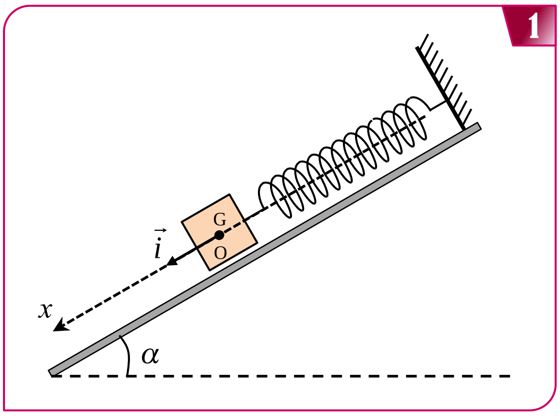
❻ حدد قيمة السرعة البدئية V_{0z} .

تمرين رقم 38° | 25 min | Type BAC

النواس المرن مجموعة ميكانيكية تنجز حركة تذبذبية حول موضع توازنها المستقر.

يتكون نواس مرن من جسم صلب (S) ، مركز قصوره G و كتلته m=100g ، مثبت بطرف نابض لفاته غير متصلة و كتلته مهملو و صلابته K . الطرف الآخر للنابض مثبت بحامل ثابت.

يمكن للجسم (S) أن ينزلق بدون احتكاك على الخط الأكبر ميلا لمستوى مائل بزاوية $\alpha = 30°$ بالنسبة للمستوى الأفقي (الشكل 1) .



ندرس حركة مركز القصور G في المعلم $R(O,\vec{i})$ المرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.

نعلم موضع G عند لحظة t بالأفصول x على المحور $(O,\vec{i})$.

عند التوازن ينطبق موضع G مع الأصل O للمعلم .

نأخذ $\pi^2=10$.

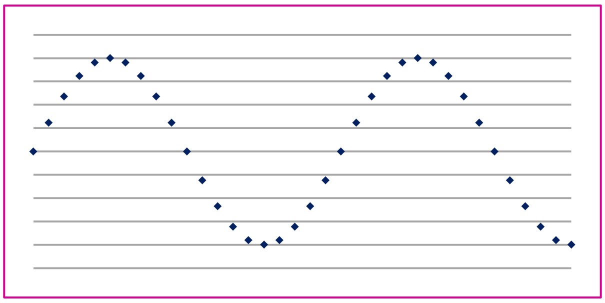
❶ حدد، عند التوازن، تعبير الإطالة $\Delta\ell_0$ للنابض بدلالة m و K و α و g شدة الثقالة .

❷ نزيح الجسم (S) عن موضع توازنه بمسافة $x_0=5cm$ ثم نحرره، عند لحظة $t=0$، بسرعة بدئية V_0 حيث $\vec{V_0} = -V_0.\vec{i}$.

أ– بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، أوجد المعادلة التفاضلية للحركة.

ب– استنتج طبيعة حركة الجسم (S).

❸ تمثل الوثيقة أسفله تسجيل جزء من حركة الجسم (S). المدة الزمنية الفاصلة بين تسجيل نقطتين متتاليين هي $\tau = 40$ ms .



أ– حدد الدور الخاص T_0 و استنتج صلابة النابض K .

ب– أوجد المعادلة الزمنية لحركة المجموعة.

تمرين رقم 39° | 30min | Type BAC

ننجز نواسا بسيطا بواسطة خيط طوله $L=24{,}9$ m و كتلته مهملة. نثبت أحد طرفي الخيط بحامل ثابت و الطرف الأخر نثبت به جسم كروي كتلته $m=200$ g . (الشكل 1) .

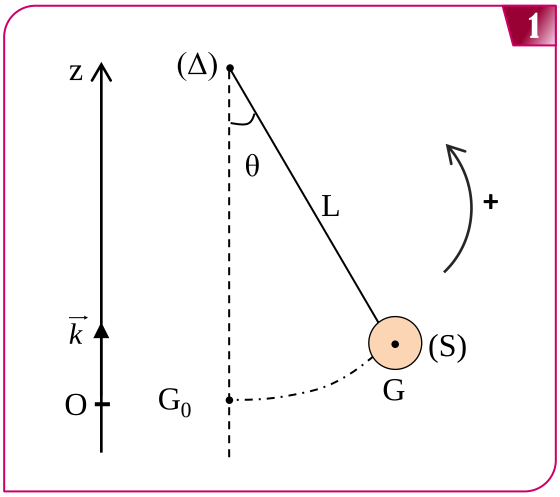
عزم قصور النواس بالنسبة للمحور (Δ) هو $J_\Delta = mL^2$.

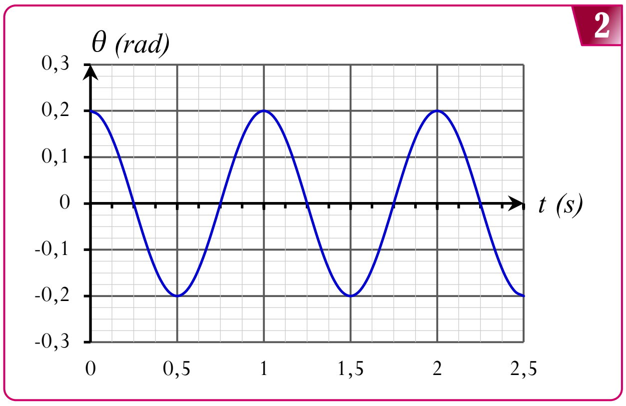
نزيح النواس عن موضع توازنه المستقر في المنحى الموجب بزاوية $\theta_m = 0{,}2$ rad ، ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t=0$.

- ندرس حركة النواس في معلم غاليلي مرتبط بالأرض.
- نأخذ بالنسبة للزوايا الصغيرة : $\sin\theta \approx \theta$, $\cos\theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$.
- يمثل المنحنى الشكل 2 تغيرات الأفصول الزاوي θ بدلالة الزمن.

نعطي:

- الاحتكاكات مهملة.

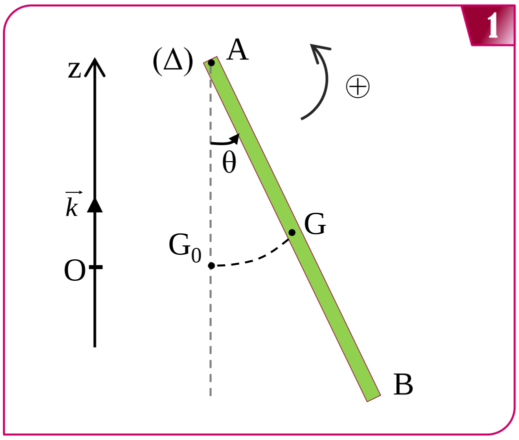




1. ما طبيعة نظام الذبذبات الذي يبرزه منحنى الشكل 2 ؟
2. بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران، أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول الزاوي θ .
3. أوجد تعبير الدور الخاص T_0 للمتذبذب بدلالة g و L ليكون التعبير $\theta=\theta_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$ حلا للمعادلة التفاضلية.
4. باعتماد معادلات الأبعاد، تحقق أن للدور الخاص T_0 بعد الزمن.
5. احسب قيمة g شدة مجال الثقالة في مكان التجربة.
6. اكتب المعادلة الزمنية $\theta(t)$ للحركة.
7. احسب سرعة الجسم (S) عند مروره من موضع توازنه لأول مرة.
8. بتطبيق القانون الثاني لنيوتن بين أن تعبير توتر الخيط يكتب على الشكل التالي: $T=m\left(L.\dot{\theta}^2+g.\cos\theta\right)$.
احسب T عند مرور الجسم من موضع توازنه.

تمرين رقم 40° | 20 min | Type BAC

يتكون نواس وازن من عارضة متجانسة AB، كتلتها $m=0,203\ kg$ و طولها $AB=\ell=1,5m$ ، يمكنها الدوران في مستوى رأسي حول محور أفقي (Δ) ثابت يمر من طرفها A (الشكل 1).



- ندرس حركة النواس في معلم مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.
- نعلم، في كل لحظة، موضع النواس بالأفصول الزاوي θ .
- عزم قصور العارضة بالنسبة للمحور (Δ) هو:
- نقبل في حالة الزوايا الصغيرة أن: $\sin\theta\approx\theta\ (rad)$.
- نرمز لشدة الثقالة بالحرف g.

نزيح النواس عن موضع توازنه المستقر بزاوية صغيرة θ_m في المنحى الموجب ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ.

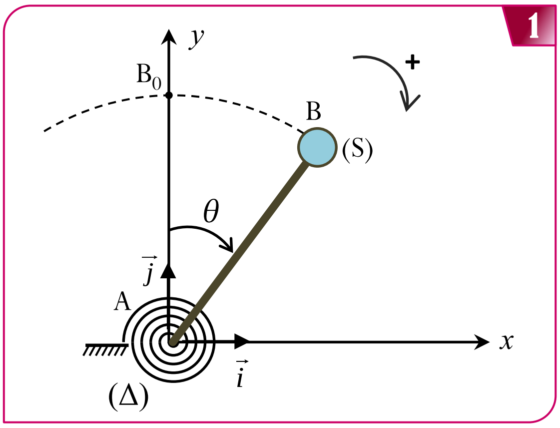
1. بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران، أثبت المعادلة التفاضلية لحركة النواس.
2. حدد طبيعة حركة النواس الوازن و اكتب تعبير المعادلة الزمنية $\theta(t)$ بدلالة t و θ_m و الدور الخاص T_0 .
3. بين أن تعبير الدور الخاص T_0 لهذا النواس هو: $T_0=2\pi\sqrt{\frac{2\ell}{3g}}$.
4. احسب الطول L للنواس البسيط المتواقت للنواس الوازن المدروس.

تمرين رقم 41° | 25 min | Type BAC

يتميز جهاز قياس الثقالة «الغرافيمتر» (gravimètre) بمستوى عال من الدقة لقياس شدة الثقالة في مكان معين. يستعمل الغرافيمتر في مجالات علمية مختلفة كالجيولوجيا و علم المحيطات و علم الزلازل و علم الفضاء و مجال التنقيب عن المعادن و البترول ... إلخ
نمنذج أحد أنواع أجهزة قياس شدة الثقالة بمجموعة ميكانيكية متذبذبة مكونة من :

- ساق AB كتلتها مهملة و طولها L ، يمكنها الدوران في مستوى رأسي حول محور أفقي (Δ) ثابت يمر من الطرف A ؛
- جسم صلب (S) كتلته m و أبعاده مهملة أمام طول الساق، مثبت بالطرف B للساق؛
- نابض حلزوني ثابتة ليه C يطبق على الساق AB مزدوجة ارتداد تعبيرها $\mathcal{M}_C=-C.\theta$ ؛ (الشكل 1).

ندرس حركة المجموعة الميكانيكية في معلم متعامد و ممنظم $(A,\vec{i},\vec{j})$ مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا. و نهمل الاحتكاكات.



معطيات:

- كتلة الجسم (S) : $m=5.10^{-2}\ kg$ ؛
- طول الساق : $L=0,7\ m$ ؛
- عزم قصور المجموعة بالنسبة للمحور (Δ): $J_\Delta=m.L^2$ ؛
- ثابتة اللي للنابض الحلزوني: $C=1,31\ N.m.rad^{-1}$ ؛
- بالنسبة للزوايا الصغيرة : $\sin\theta\approx\theta\ (rad)$.

نزيح الجسم (S) عن موضع توازنه الرأسي بزاوية θ_{max} في المنحى الموجب ثم نحررها بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t=0$.
نعلم موضع المجموعة في كل لحظة t بأفصولها الزاوي θ .

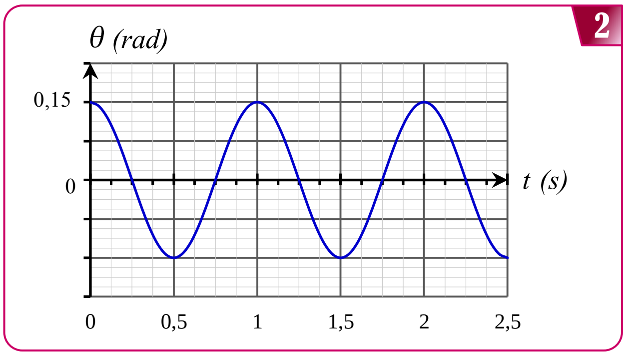
1 بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران حول محور ثابت، بين أن المعادلة التفاضلية لحركة المجموعة المدروسة، في حالة الذبذبات الصغيرة، تكتب على الشكل:

$$\ddot{\theta}+\left(\frac{C}{m.L^2}-\frac{g}{L}\right)\theta=0$$

2 باستعمال معادلة الأبعاد، حدد بعد التعبير : $\left(\frac{C}{m.L^2}-\frac{g}{L}\right)$.

3 لكي يكون حل المعادلة التفاضلية السابقة على شكل : $\theta=\theta_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$ يجب أن تأخذ ثابتة اللي C قيمة أكبر من قيمة دنيا C_{min}. أوجد تعبير C_{min} بدلالة L و g و m.

4 يمثل منحنى الشكل 2 تطور الأفصول الزاوي $\theta(t)$ في حالة $C > C_{min}$.



أ– حدد قيمة كل من الدور T و الوسع θ_{max} و الطور φ عند أصل التواريخ.

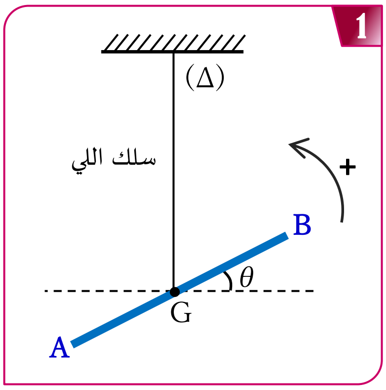
ب– أوجد تعبير شدة الثقالة g بدلالة L و m و C و T ثم احسب قيمتها. (نأخذ $\pi=3,14$)

تمرين رقم 42° | 🕐 30 min | Type BAC

نعتبر نواس لي مكون من سلك فولاذي رأسي ثابتة ليه C و عارضة AB متجانسة معلقة بالطرف الحر للسلك من مركز قصورها G. (الشكل 1).

نرمز بـ J_Δ لعزم قصور العارضة بالنسبة لمحور الدوران (Δ) المنطبق مع سلك اللي. ندير العارضة حول المحور (Δ) في المنحى الموجب بزاوية $\theta_m=0,2\text{rad}$ عن موضع توازنها، ثم نحررها بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t=0$. ندرس حركة النواس في معلم غاليلي مرتبط بالأرض.

○ **نعطي:** $J_\Delta=3.10^{-3}\ kg.m^2$ ، و نهمل الاحتكاكات.



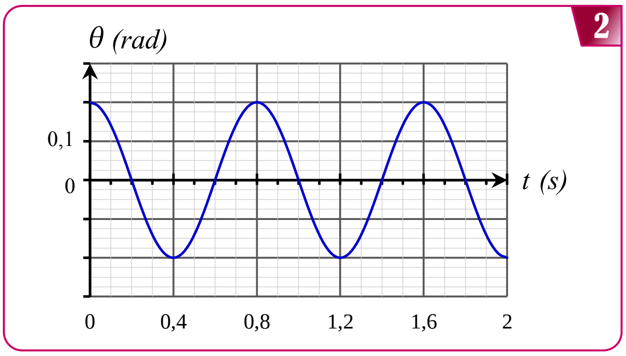
1 بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران حول محور ثابت، بين أن المعادلة التفاضلية لحركة المجموعة تكتب على الشكل:

$$\ddot{\theta}+\frac{C}{J_\Delta}\theta=0$$

2 حل المعادلة التفاضلية السابقة هو: $\theta=\theta_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}\cdot t+\varphi\right)$.

أوجد تعبير الدور الخاص T_0 لهذا النواس بدلالة C و J_Δ.

4 يمثل الشكل 2 تغير الأفصول الزاوي $\theta(t)$ بدلالة الزمن.



أ– حدد قيمة كل من الدور الخاص T_0 و الوسع θ_{max} و الطور φ عند أصل التواريخ.

ب– اكتب المعادلة الزمنية للحركة.

ج–احسب قيمة C ثابتة لي السلك.

د – احسب $\dot{\theta}$ السرعة الزاوية للعارضة عند اللحظة $t=\frac{T_0}{4}$.

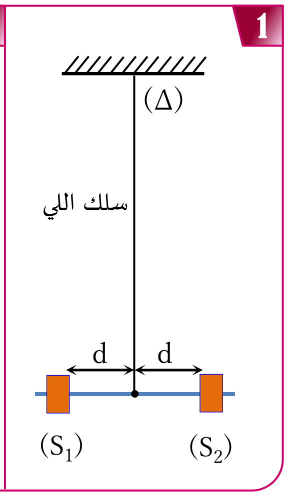
تمرين رقم 43° | 🕐 20min | Type BAC

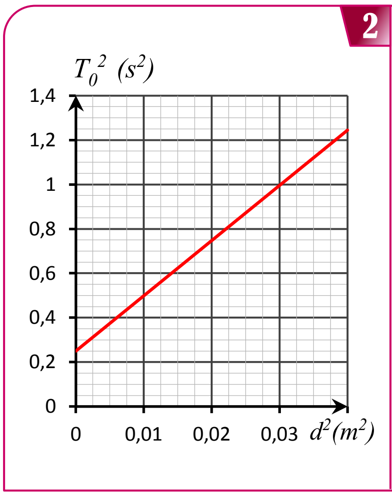
يمثل الشكل 1 نواس لي مكونا من سلك ثابتة ليه C، و عارضة AB متينة و متجانسة عزم قصورها بالنسبة لمحور الدوران (Δ) هو J_Δ.

نثبت على العارضة AB و على نفس المسافة d من (Δ) جسمين (S_1) و (S_2) نعتبرهما نقطتين، و لهما نفس الكتلة $m=0,1\ kg$.

نذكر أن عزم قصور المجموعة $\{S_1\ ,\ S_2\ ,\ AB\}$ بالنسبة للمحور (Δ) هو $J'_\Delta=J_\Delta+2md^2$.

ندير أفقيا AB حول (Δ) بالزاوية $\theta_m=\frac{\pi}{4}\ rad$ ، و نحررها بدون سرعة بدئية. نعتبر أن الاحتكاكات مهملة.





❶ بتطبيق العلاقة الأساسية للديناميك في حالة الدوران حول محور ثابت، أوجد المعادلة التفاضلية لحركة المجموعة .

❷ بين أن تعبير مربع الدور الخاص للمتذبذب يكتب على شكل :

$$T_0^{\,2} = \frac{4\pi^2 J_\Delta}{C} + \frac{8\pi^2 m}{C} d^{\,2}$$

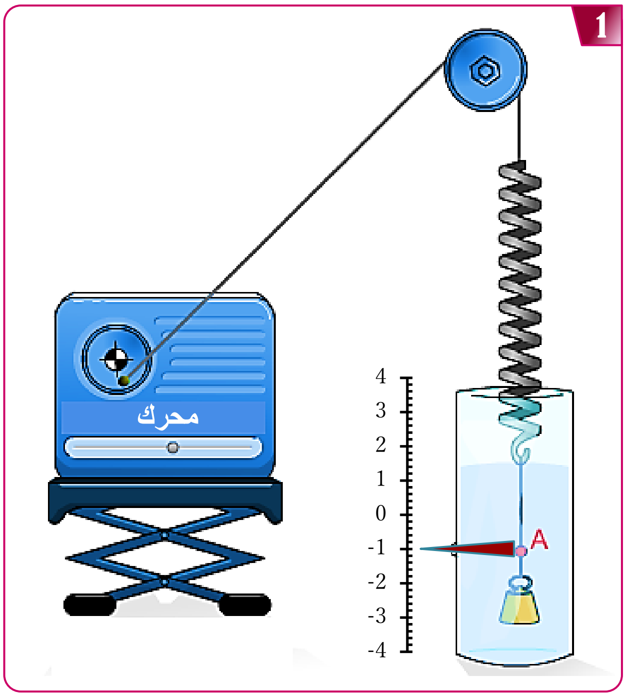
❸ باعتماد منحنى الشكل 2، اكتب معادلة الدالة $T_0^{\,2} = f\,(d^{\,2})$.

❹ استنتج قيمة كل من C و J_Δ.

تمرين رقم 44° | 20min | Type BAC

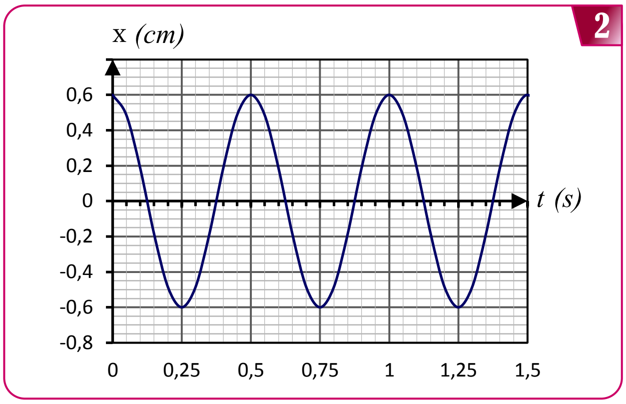
لدراسة الذبذبات القسرية لمجموعة { جسم صلب - نابض } نستعمل التركيب أسفله. حيث كتلة الجسم الصلب $m=100g$ و صلابة النابض $K=40N.m^{-1}$.

1



نربط الطرف الأعلى للنابض بواسطة خيط يمر بمجرى بكرة في نقطة من قرص المحرك، عندما يدور قرص المحرك يحدث حركة تذبذبية رأسية في المجموعة { جسم صلب - نابض } بدور يساوي دور دوران قرص المحرك. يمكن نظام مسك معلوماتي من معالجة المعطيات، و من تمثيل المنحنى الممثل لتغيرات الأفصول x لمركز قصور الجسم الصلب بدلالة الزمن، (الأفصول $x=0$ يوافق موضع التوازن للجسم الصلب).

2



❶ أ – حدد دور و تردد تذبذبات المجموعة { جسم صلب - نابض } .

ب – قس وسع تذبذبات الجسم الصلب.

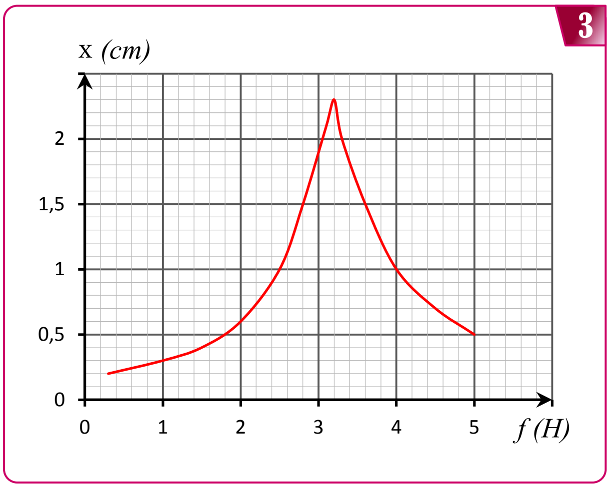
ج – ما هو تردد دوران قرص المحرك ؟

د – ماذا نسمي المجموعة { جسم صلب - نابض } ؟ و ماذا نسمي المحرك ؟

❷ نغير تردد قرص المحرك، و نسجل بالطريقة السابقة تذبذبات المجموعة { جسم صلب - نابض } .

نحدد الوسع X_m للتذبذبات بالنسبة لكل منحنى حسب قيمة التردد f يمثل منحنى الشكل 3 النتائج المحصل عليها.

3



أ – حدد التردد f و الدور T التذبذبات عند الرنين .

ب – قارن هذا الدور مع الدور الخاص T_0 لحركة النواس المستعمل. ماذا تستنتج ؟

تمرين رقم 45° | 20min | Type BAC

المعادلة الزمنية لمتذبذب ميكانيكي مستقيمي و جيبي هي :

$$x = 2.10^{-2}\cos\left(2\pi . t + \frac{\pi}{4}\right)$$

❶ عين دور و تردد و وسع التذبذبات.

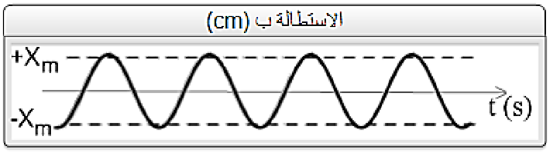
❷ عبر عن سرعة و تسارع المتذبذب في كل لحظة.

❸ احسب وسع كل من السرعة و التسارع.

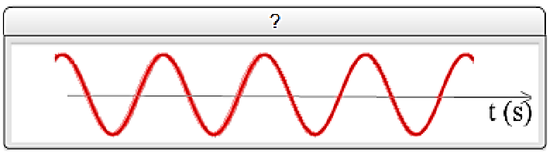
❹ احسب السرعة ، و الاستطالة عند اللحظتين $t_1=0$ و $t_2=4s$.

❺ يميز المنحنيان تذبذبات نواس مرن أفقي.

1



2



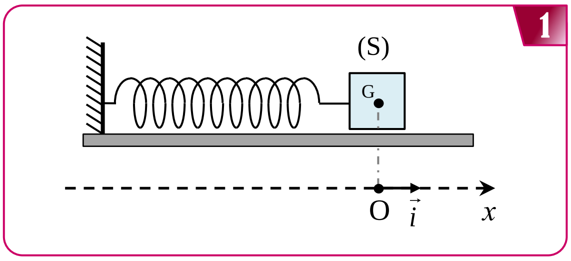
ماذا يمثل المنحنى 2 ؟ (تسارع النواس أم سرعة النواس).

تمرين رقم 46° | 20min | Type BAC

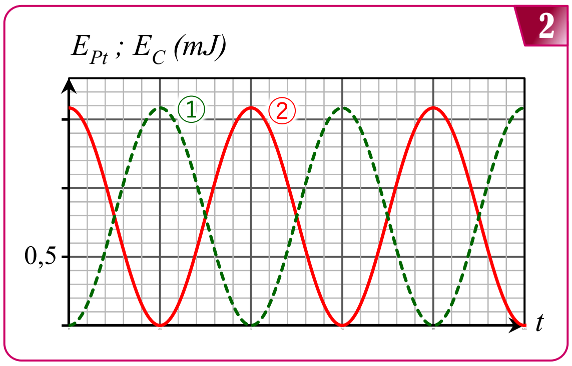
نعتبر متذبذبا ميكانيكا أفقيا يتكون من جسم صلب (S) كتلته m و مركز قصوره G مثبت بطرف نابض لفاته غير متصلة و كتلته مهملة و صلابته $K=10\ N.m^{-1}$. الطرف الآخر للنابض مثبت بحامل ثابت.

ينزلق الجسم (S) بدون احتكاك فوق المستوى الأفقي.

- ندرس حركة المتذبذب في معلم غاليلي $(O,\vec{i})$ مرتبط بالأرض و اصله منطبق مع موضع G عند توازن (S) .
- نمعلم موضع G عند لحظة t بالأفصول x (الشكل 1) .
- نزيح الجسم (S) أفقيا عن موضع توازنه في المنحى الموجب بمسافة X_0 و نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ.



- نختار المستوى الأفقي المار من G مرجعا لطاقة الوضع الثقالية، و الحالة التي يكون فيها النابض غير مشوه مرجعا لطاقة الوضع المرنة.
- نحصل بواسطة عدة معلوماتية ملائمة على المنحنين الممثلين لتغيرات كل من الطاقة الحركية E_C و طاقة الوضع المرنة E_{pe} للمجوعة المتذبذبة بدلالة الزمن (الشكل 2) .



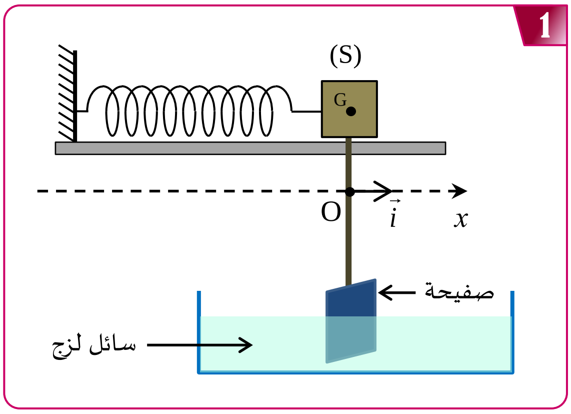
1. عين، من بين المنحنيين ① و ②، المنحنى الذي يمثل تغيرات الطاقة الحركية E_C . علل الجواب.
2. حدد قيمة الطاقة الميكانيكية E_m للمجموعة المتذبذبة.
3. استنتج قيمة المسافة X_0.
4. باعتماد تغير طاقة الوضع المرنة للمجموعة المتذبذبة ، أوجد الشغل $W_{A\to O}(\vec{T})$ لقوة الارتداد $\vec{T}$ المطبقة من طرف النابض على (S) عند انتقال G من الموضع A أفصوله $x_A=X_0$ إلى الموضع O.

تمرين رقم 47° | 25 min | Type BAC

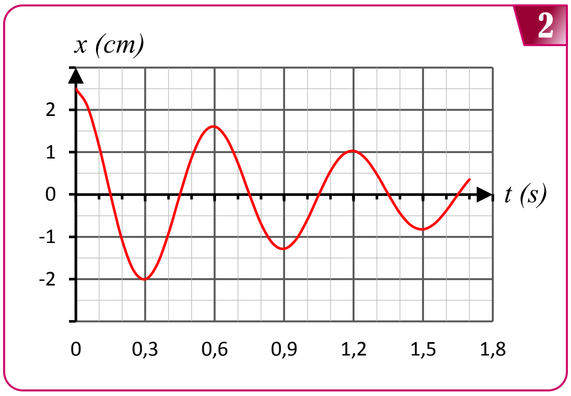
دراسة مجموعة ميكانيكية متذبذبة (جسم صلب - نابض) في وضعية تكون فيها الاحتكاكات المائعة غير مهملة.

نعتبر جسما صلبا (S) كتلته $m=150g$ و مركز قصوره G مثبتا بطرف نابض لفاته غير متصلة و كتلته مهملة و صلابته $K=20N.m^{-1}$. الطرف الآخر للنابض مثبت بحامل ثابت.

بواسطة ساق، نثبت صفيحة بالجسم (S) ثم نغمر جزءا منها في سائل لزج كما يبين الشكل 1 .



- نهمل كتلة الساق و الصفيحة أمام كتلة الجسم (S) .
- نمعلم موضع G عند الحظة t بالأفصول x على المحور (Ox) .
- عند التوازن، ينطبق أصل المعلم O مع مركز القصور G .
- نختار المستوى الأفقي المار من G مرجعا لطاقة الوضع الثقالية، و الحالة التي يكون فيها النابض غير مشوه مرجعا لطاقة الوضع المرنة.
- يكون النابض غير مشوه عند التوازن.
- نزيح الجسم (S) عن موضع توازنه بمسافة d ثم نحرره بدون سرعة بدئية.
- مكن جهاز مسك معلوماتي مناسب من خط منحنى تغيرات مركز القصور G بدلالة الزمن (الشكل 2) .



1. أي نظام للتذبذب يبرزه المنحنى الممثل في الشكل 2 ؟
2. حدد قيمة المسافة d .
3. بحساب تغير طاقة الوضع المرنة للمتذبذب بين اللحظتين $t_0=0$ و $t_1=1,2s$، أوجد الشغل $W(\vec{T})$ لقوة الارتداد التي يطبقها النابض بين هاتين اللحظتين.
4. حدد تغير الطاقة الميكانيكية ΔE_m للمجموعة بين اللحظتين t_0 و t_1 و اعط تفسيرا للنتيجة المحصل عليها.
5. يعبر عن شبه الدور T في حالة الخمود الضعيف بالعلاقة التالية:

$$T=\frac{T_0}{\sqrt{1-\left(\frac{\mu T_0}{4\pi m}\right)^2}}$$

حيث T_0 الدور الخاص للمتذبذب و μ معامل الخمود.

حدد اعتمادا على منحنى الشكل 2 قيمة معامل الخمود μ .

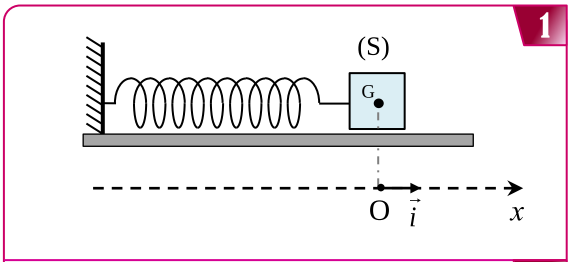
تمرين رقم 48° | 35min | Type BAC

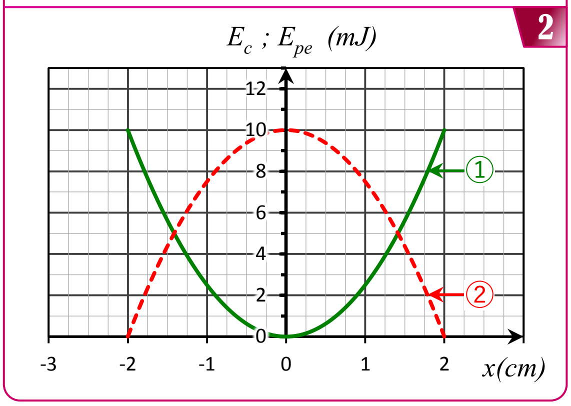
نربط جسما صلبا (S)، كتلته $m=100g$ و مركز قصوره G، بنابض لفاته غير متصلة و كتلته مهملة و صلابته K، و نثبت الطرف الآخر للنابض بحامل ثابت.

نزيح الجسم (S) عن موضع توازنه بالمسافة X_m ثم نحرره بدون سرعة بدئية (الشكل 1).

- نختار المستوى الأفقي الذي يشمل G عند التوازن مرجعا لطاقة الوضع الثقالية $(E_{pp}=0)$ و الحالة التي يكون فيها النابض غير مشوه مرجعا لطاقة الوضع المرنة $(E_{pe}=0)$.
- يمثل الشكل 2 تغيرات كل الطاقة الحركية E_c و طاقة الوضع المرنة E_{pe} بدلالة الأفصول x .

❑ الحركة تتم بدون احتكاك.





❶ أقرن كل منحنى بالطاقة الموافقة له.

❷ اكتب تعبير الطاقة الميكانيكية E_m بدلالة m و K و x و $\dot{x}$.

❸ باشتقاق تعبير الطاقة الميكانيكية، أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول x.

❹ بالاعتماد على مخطط الطاقة للنواس، حدد قيمة كل من :

أ– وسع الحركة X_m.

ب– الطاقة الميكانيكية E_m .

ج– صلابة النابض K .

❺ بين أن تعبير الطاقة الحركية E_c للنواس يمكن أن يكتب على شكل:

$$E_C=\frac{1}{2}K\left(X_m^2-x^2\right)$$

❻ استنتج تعبير الطاقة الميكانيكية E_m للنواس بدلالة X_m و K.

❼ حدد قيمة السرعة القصوى V_{max} للنواس عند مرور الجسم في المنحى الموجب.

❽ احسب الأفصولين x_1 و x_2 عندما يكون $E_C=2E_{pe}$.

❾ أوجد الشغل W لقوة الارتداد المطبقة من طرف النابض على (S) عند انتقال G من الموضع $x=0$ إلى الموضع $x=2$ cm.

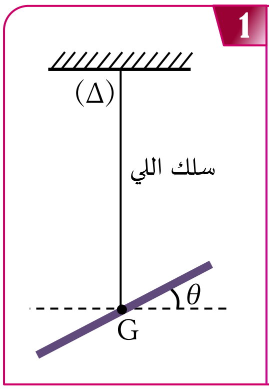
تمرين رقم 49° | 30min | Type BAC

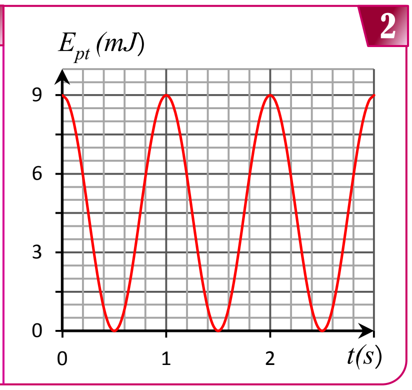
نعتبر نواس لي مكون من سلك فولاذي راسي ثابتة ليه C و عارضة متجانسة معلقة بالطرف الحر للسلك في مركز قصورها G . (الشكل 1)

ندير العارضة حول المحور (Δ) في المنحى الموجب بزاوية θ_m عن موضع توازنها، ثم نحررها بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ، فتنجز حركة دورانية جيبية. ندرس حركة العارضة في معلم غاليلي مرتبط بالأرض.

- نعتبر موضع التوازن مرجعا لطاقة الوضع للي، $(E_{pt}=0$ عند $\theta=0)$، و المستوى الأفقي المار من G مرجعا لطاقة الوضع الثقالية $(E_{pp}=0)$.
- يمثل الشكل 2 تغيرات طاقة الوضع للي E_{pt} بدلالة الزمن.

❑ **نعطي:** $J_\Delta=2{,}9.10^{-3}$ kg.m² .





❶ باستغلال منحنى الشكل 2، حدد :

أ– الطاقة الميكانيكية E_m .

ب– الدور الخاص T_0 .

ج– ثابتة اللي C .

❷ أوجد القيمة المطلقة للسرعة الزاوية $\dot{\theta}$ للنواس عند اللحظة $t_1=0{,}5s$.

❸ احسب الشغل W لمزدوجة اللي بين اللحظتين $t_0=0$ و t_1.

❹ اكتب تعبير الطاقة الميكانيكية E_m بدلالة J_Δ و C و الأفصول الزاوي θ و السرعة الزاوية $\dot{\theta}$.

❺ باشتقاق تعبير الطاقة الميكانيكية، أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها الأفصول الزاوي θ .

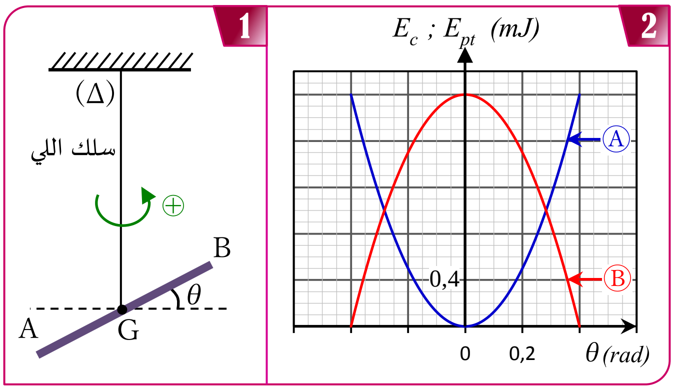
تمرين رقم 50° | 30min | Type BAC

يتكون نواس اللي من سلك فلزي ثابتة ليه C و من قضيب AB متجانس، عزم قصوره $J_\Delta=2{,}4.10^{-3}$ kg.m² بالنسبة لمحور راسي (Δ) منطبق مع السلك و يمر من G مركز قصور القضيب.

ندير القضيب AB أفقيا في المنحى الموجب، ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة $t=0$ نعتبرها أصلا للتواريخ.

- نمعلم موضع القضيب في كل لحظة بأفصوله الزاوي θ بالنسبة لموضع التوازن (الشكل 1).
- ندرس حركة النواس في معلم مرتبط بالأرض نعتبره غاليليا.
- نعتبر موضع التوازن مرجعا لطاقة الوضع للي و المستوى الأفقي المار من G مرجعا لطاقة الوضع الثقالية.
- نهمل جميع الاحتكاكات.

يمثل المنحنيان Ⓐ و Ⓑ في الشكل 2 تغيرات طاقة الوضع للي E_{pt} للمتذبذب و طاقته الحركية E_c بدلالة θ .



❶ أقرن، معللا جوابك، كل منحنى بالطاقة الموافقة له.

❷ باستغلال مخطط الطاقة للنواس، حدد قيمة كل من :

أ– وسع الحركة θ_{max} .

ب– الطاقة الميكانيكية E_m .

ج– ثابتة اللي C للسلك الفلزي.

❸ أوجد القيمة المطلقة للسرعة الزاوية $\dot{\theta}$ لحظة مرور المتذبذب من موضع أفصوله الزاوي $\theta_f=0{,}2$ rad .

❹ احسب شغل عزم مزدوجة اللي $W(\mathcal{M}_C)$ عند انتقال المتذبذب من موضع أفصوله الزاوي $\theta_i=0$ إلى موضع أفصوله الزاوي θ_f .

❺ احسب الأفصولين الزاويين θ_1 و θ_2 الذين تكون فيهما طاقة الوضع تساوي الطاقة الحركية.

تمرين رقم 51° | 30min | Type BAC

يتكون نواس بسيط من كرية كتلتها m و أبعادها مهملة، معلقة بطرف خيط غير قابل للامتداد كتلته مهملة و طوله L . الطرف الآخر للخيط مشدود إلى حامل ثابت في النقطة A .

- نزيح النواس عن موضع توازنه المستقر بزاوية θ_m ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند اللحظة $t=0$ ، فينجز ذبذبات حرة في المستوى (O,x,y) حول محور ثابت (Δ) أفقي يمر من النقطة A .
- ندرس حركة النواس في مرجع أرضي نعتبره غاليليا و نعلم موضع النواس في كل لحظة بأفصوله الزاوي θ (الشكل 1).
- نختار المستوى الأفقي المار من النقطة O، موضع التوازن المستقر للنواس، مرجعا لطاقة الوضع الثقالية.
- نهمل جميع الاحتكاكات و ندرس حركة النواس في حالة الذبذبات الصغيرة.

• **المعطيات:**

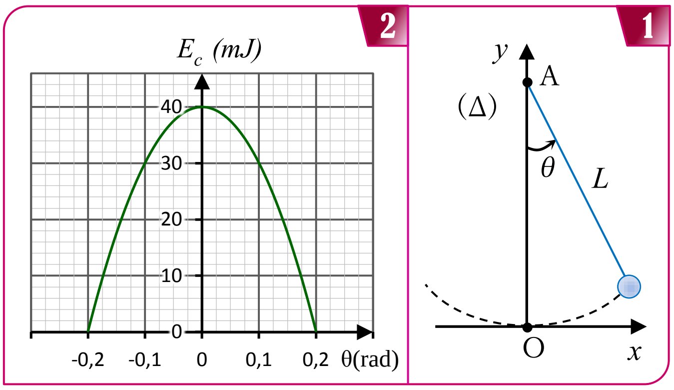
← كتلة الكرية : $m=350$ g ؛

← طول الخيط : $L=58$ cm ؛

← شدة الثقالة : $g=9{,}81$ m.s^{-2} ؛

← عزم قصور النواس $J_\Delta=m.L^2$ ؛

← بالنسبة للزوايا الصغيرة: $\sin\theta\approx\theta$ و $\cos\theta\approx 1-\dfrac{\theta^2}{2}$. حيث θ بالراديان.



❶ اكتب عند لحظة t تعبير الطاقة الميكانيكية E_m للنواس بدلالة m و g و L و θ و السرعة الزاوية $\dot{\theta}$.

❷ استنتج المعادلة التفاضلية لحركة النواس.

❸ يمثل منحنى الشكل 2 مخطط الطاقة للنواس، حدد قمة كل من:

أ– الأفصول الزاوي الأقصى θ_{max} .

ب– السرعة الخطية القصوى V_{max} للنواس.

ج– الطاقة الميكانيكية E_m .

❹ استنتج قيمة طاقة الوضع الثقالية E_{pp} للمجموعة في الموضع $\theta_1=0{,}1$rad .

❺ أوجد القيمة المطلقة للسرعة الزاوية $\dot{\theta}$ لمجموعة لحظة مرورها من الموضع $\theta=0$.

❻ احسب الأفصولين الزاويين θ_1 و θ_2 الذين تكون فيهما طاقة الوضع تساوي الطاقة الحركية.

تمرين رقم 52° | 30min | Type BAC

ننجز دراسة تجريبية باستعمال نواس وازن، مركز قصوره G و كتلته m، يتكون من ساق و جسم صلب (S) . النواس قابل للدوران بدون احتكاك حول محور أفقي (Δ) ثابت يمر من الطرف O للساق.

نرمز بـ J_Δ لعزم قصور النواس الوازن بالنسبة للمحور (Δ) و بـ L للمسافة الفاصلة بين G و المحور (Δ) (الشكل1) .

نختار المستوى الأفقي المار من النقطة G_0، موضع التوازن المستقر للنواس، مرجعا لطاقة الوضع الثقالية.

• **المعطيات:**

← كتلة الجسم (S): $m=400$ g ؛

← $L=58$ cm ؛

← شدة الثقالة : $g=9{,}8$ m.s^{-2} ؛

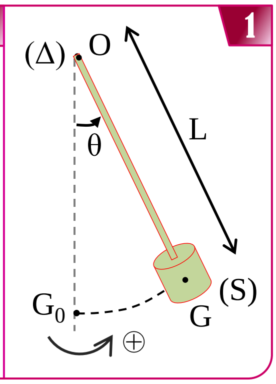
← بالنسبة للزوايا الصغيرة $\sin\theta\approx\theta$ و $\cos\theta\approx 1-\dfrac{\theta^2}{2}$. حيث θ بالراديان.

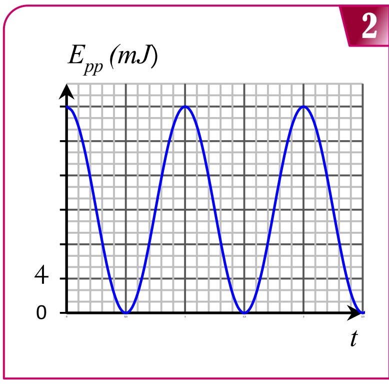
نزيح المجموعة الميكانيكية عن موضع توازنها المستقر بزاوية صغيرة θ_{max} في المنحى الموجب ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة $t=0$ نعتبرها أصلا للتواريخ.

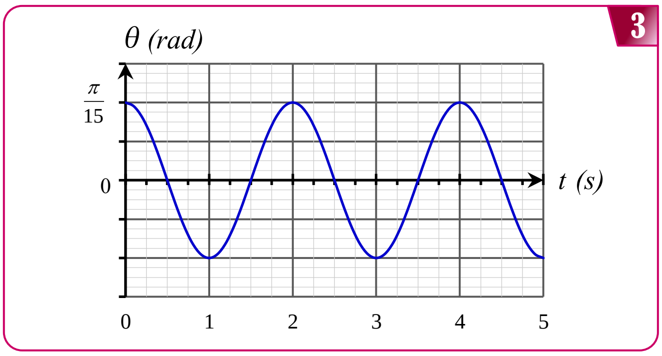
تمت دراسة حركة النواس في معلم أرضي نعتبره غاليليا.

نعلم موضع المجموعة المدروسة في كل لحظة t بأفصولها الزاوي θ .

نهمل جميع الاحتكاكات.







❶ حدد الزاوية القصوى θ_{max} و الدور الخاص T_0 .

❷ استنتج عزم القصور J_Δ.

❸ باستغلال المخطط الطاقي (الشكل 2) حدد :

أ– الطاقة الميكانيكية E_m للنواس الوازن .

ب– القيمة المطلقة للسرعة الخطية للجسم (S) لحظة مروره من موضع توازنه المستقر $(\theta=0)$.

❹ بين أن تعبير طاقة الوضع الثقالية يكتب على شكل:

$$E_{pp}=\frac{1}{2}mgL.\theta^2$$

❺ استنتج تعبير الطاقة الحركية للمتذبذب بدلالة θ و θ_m و L و g و m . احسب قيمتها عند مرور المتذبذب من موضع أفصوله الزاوي $\theta=\frac{\theta_{max}}{2}$.

تمرين رقم 53° | 20min | Type BAC

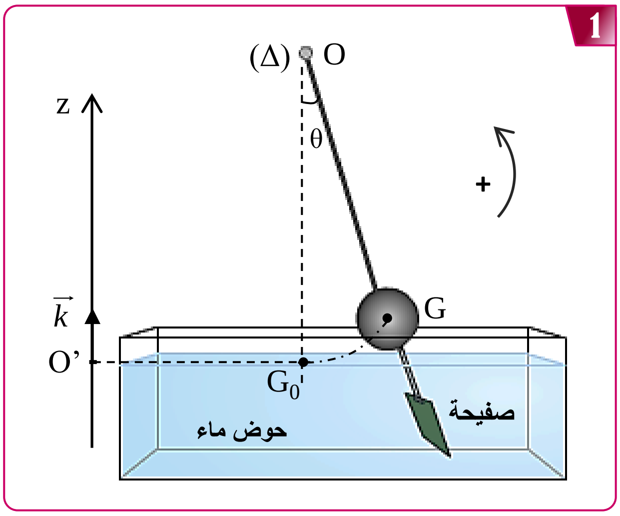
خمود الذبذبات الميكانيكية

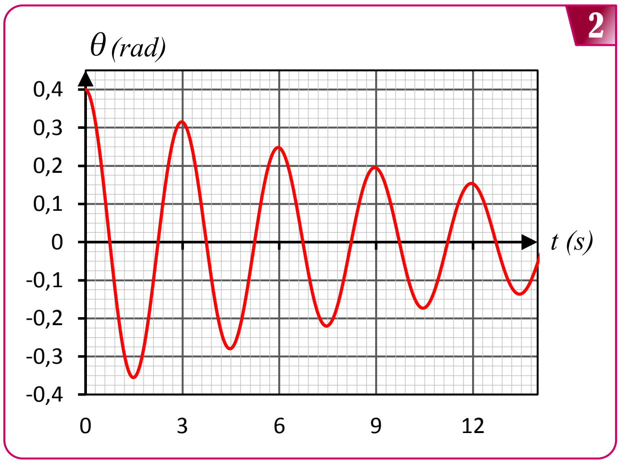
يهدف هذا الجزء إلى دراسة ذبذبات نواس وازن بوجود احتكاكات مائعة.
يتكون النواس المدروس من عارضة ثبت بطرفها السفلي كرية فلزية و صفيحة بلاستيكية مغمورة في الماء.

- كتلة المجموعة {ساق + كرية + صفيحة} هو $m=0,5kg$ و مركز قصورها هو G بحيث $OG=L=0,6\ m$.
- العارضة يمكنها الدوران في مستوى رأسي حول محور أفقي (Δ) يمر من الطرف O للعارضة (الشكل 1).
- ندرس حركة النواس في معلم مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا.
- نعلم، في كل لحظة، موضع النواس بأفصوله الزاوي θ .
- نرمز لعزم قصور المجموعة {ساق + كرية + صفيحة} بالرمز J_Δ.
- تعبير الدور الخاص للمجموعة هو: $T_0=2\pi\sqrt{\frac{J_\Delta}{m.g.L}}$.
- نزيح النواس الوازن عن موضع توازنه المستقر بزاوية صغيرة θ_m في المنحى الموجب ثم نحرره بدون سرعة بدئية عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ $(t_0=0)$.
- نختار المستوى الأفقي المار من G_0، موضع مركز القصور G للنواس عند التوازن المستقر، مرجعا لطاقة الوضع الثقالية.
- مكن جهاز مسك معلوماتي من خط تغيرات الأفصول الزاوي θ بدلالة الزمن t، (الشكل 2) .

❑ **نعطي:**

- شدة الثقالة: $g=9,8\ m.s^{-2}$.
- بالنسبة للزوايا الصغيرة: $\sin\theta\approx\theta$ و $\cos\theta\approx1-\frac{\theta^2}{2}$.
  حيث θ بالراديان.





❶ ما نظام الذبذبات الذي يبرزه منحنى الشكل 2 ؟

❷ حدد قيمة الزاوية θ_m .

❸ نعتبر أن الدور الخاص T_0 يساوي شبه الدور T . حدد قيمة J_Δ.

❹ أوجد تعبير طاقة الوضع الثقالية E_{pp} بدلالة L و m و θ و g.

❺ احسب تغير الطاقة الميكانيكية ΔE_m بين اللحظتين $t_0=0$ و $t_1=9s$ و اعط تفسيرا للنتيجة المحصل عليها .

تمرين رقم 54° | 15 min | Type BAC

أجب بـ «صحيح» أو «خطأ» :

1. تفسر تكمية مستويات الطاقة لذرة في إطار ميكانيك نيوتن كما تفسر حركة الكواكب.
2. كلما كان طول الموجة لفوتون في الفراغ كبيرا كلما كانت طاقته عالية.
3. ثابتة بلانك h لها أبعاد الجداء «طاقة x زمن ».
4. القيمة المطلقة للمستوى الأساسي هي الأصغر.
5. النواة قادرة على امتصاص شعاع طاقته تناهز بضع الـ MeV.
6. التبادلات الطاقية بين المادية و الإشعاع الضوئي مكماة .
7. كلما كان طول الموجة لفوتون في الفراغ كبيرا كلما كانت طاقته عالية.

تمرين رقم 55° | 15 min | Type BAC

حدد الاقتراحات الصحيحة:

❶	عند انتقال ذرة من مستوى طاقي E_p إلى مستوى طاقي E_n أصغر:	
أ	تمتص الذرة فوتونات	....
ب	تبعث الذرة فوتونات	....
ج	تفقد الذرة طاقة	....
د	تكسب الذرة طاقة	....
❷	علاقة بوهر التي تحدد تردد الفوتون المنبعث أو الممتص هي:	
أ	$E_p\text{-}E_n=h.c$	....
ب	$E_p\text{-}E_n=h.\nu_{pn}$	....
ج	$E_p\text{-}E_n=h/\nu_{pn}$	....
❸	الدقيقة التي تمتص الإشعاعات ذات الطاقة الصغرى هي:	
أ	النواة	....
ب	الذرة	....
ج	الجزيئة	....
❹	1 MeV يساوي:	
أ	$1{,}6.10^{-19}$ J	....
ب	$1{,}6.10^{-16}$ J	....
ج	$1{,}6.10^{-13}$ J	....
❺	طاقة فوتون مقرون بإشعاع طول موجته في الفراغ 600nm هو:	
أ	2,1 eV	....
ب	2,1 keV	....
ج	2,1 MeV	....

تمرين رقم 56° | 15 min | Type BAC

نعطي:

- ثابتة بلانك : $h=6{,}63.10^{-34}J.s$ ؛
- $1eV=1{,}6.10^{-19}J$ ؛
- سرعة انتشار الضوء في الفراغ : $c=3.10^{8}m.s^{-1}$.

1. طول الموجة لفوتون في الفراغ يساوي 656nm .
احسب تردد الفوتو ، ثم طاقته بالجول J و بالوحدة (eV) .
2. طاقة فوتونات الحزة H_β لذرة الهيدروجين تساوي 2,55eV .
أ– احسب طول الموجة في الفراغ للإشعاع الموافق.
ب– هل هذا الإشعاع مرئي؟

تمرين رقم 57° | 20min | Type BAC

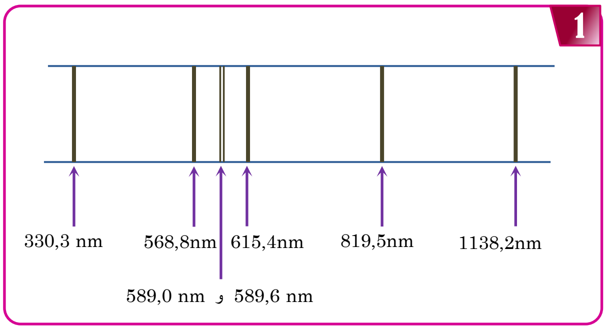
تستعمل مصابيح بخار الصوديوم لإضاءة الأنفاق (tunnels)، و هي تحتوى على بخار الصوديوم تحت ضغط ضعيف، تمتص ذرات الصوديوم طاقة الالكترونات التي تخترق أنبوب المصباح فتثار، و عند رجوعها إلى حالتها الأصلية تفقد هذه الإثارة على شكل إشعاعات ضوئية. تبعث مصابيح بخار الصوديوم خاصة الضوء الأصفر.

نعطي:

- ثابتة بلانك : $h=6{,}63.10^{-34}J.s$ ؛
- $1eV=1{,}6.10^{-19}J$ ؛
- سرعة انتشار الضوء في الفراغ : $c=3.10^{8}m.s^{-1}$.

1. يبين الشكل 1 طيف انبعاث الصوديوم:

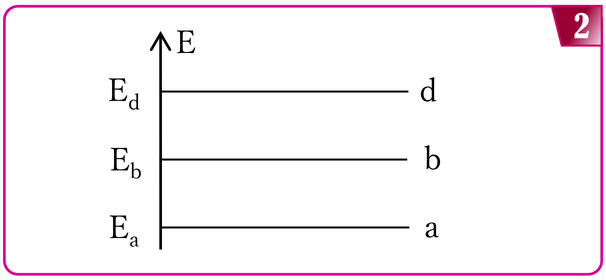
1



حدد أطوال الموجات للحزات التي تنتمي:
أ– للمجال المرئي،
ب– للمجال فوق البنفسجي،
ج– للمجال تحت الأحمر.

2. يبين الشكل 2 مخططا مبسطا لمستويات طاقة ذرة الصوديوم ، حيث a المستوى الأساسي و b و d مستويان مثاران.

2



أ– عرف الحالة الأساسية لذرة.

ب– عندما تنتقل ذرة الصوديوم من المستوى المثار b إلى المستوى الأساسي a ، تبعث إشعاعا طول موجته $\lambda_1=589\ \ nm$ و عندما تنتقل من المستوى المثار d إلى المستوى المثار b تبعث إشعاعا طول موجته $\lambda_2=568{,}8\ nm$.

حدد قيمة الفرق $E_d - E_a$.

ج– لكي تنتقل ذرة الصوديوم من مستواها الأساسي a إلى المستوى المثار d ، تمتص فوتونا طول الموجة المقابلة هو λ .

حدد قيمة λ .

تمرين رقم 58° | 15 min | Type BAC

افترض العالم بلانك Max Plank أن التبادلات الطاقية بين المادة و إشعاع أحادي اللون تردده υ ، لا يمكنها أن تحدث إلا بكميات محددة، و استكمل أينشتين Albert Einstein سنة 1905 بإدخال مفهوم الفوتون باعتباره دقيقة ذات كتلة منعدمة و لها طاقة $E=h.\upsilon$.

- يعبر عن طاقة ذرة الهيدروجين بالعلاقة $E_n = \dfrac{-13.6}{n^2}$ حيث n العدد الرئيسي الذي يشير إلى رقم الطبقة التي وجد فيها الإلكترون.
- يعطي المخطط أسفله الانتقالات المكنة لإلكترون ذرة الهيدروجين.

■ **نعطي:**

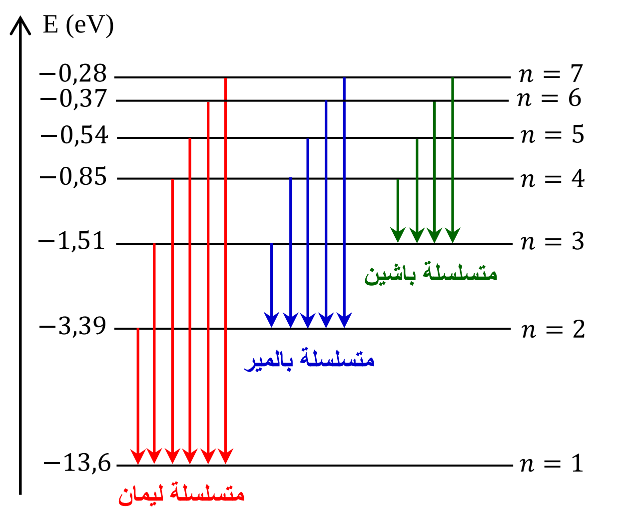
- ثابتة بلانك : $h=6{,}63.10^{-34}J.s$ ؛
- $1eV=1{,}6.10^{-19}J$ ؛
- سرعة انتشار الضوء في الفراغ : $c=3.10^8m.s^{-1}$.

نعرض ذرات الهيدروجين و هي في حالتها الأساسية، إلى فوتونات طاقتها على التوالي $1{,}51\ eV$ و $12{,}09\ eV$.

❶ صف انطلاقا من المخطط الطاقي ماذا يحدث لذرة الهيدروجين.

❷ احسب طول الموجة λ للإشعاع المنبعث عند انتقال الإلكترون من المستوى الطاقي $n=2$ إلى المستوى الطاقي $n=1$.

❸ طول الموجة لإشعاع مرئي منبعث خلال انتقال من مستوى طاقي m إلى مستوى طاقي n هو $\lambda=489nm$ ، حدد n و m .



تمرين رقم 59° | 15 min | Type BAC

■ **نعطي:**

- ثابتة بلانك : $h=6{,}63.10^{-34}J.s$ ؛
- $1eV=1{,}6.10^{-19}J$ ؛
- سرعة انتشار الضوء في الفراغ : $c=3.10^8m.s^{-1}$.

تعطي العلاقة $E_n = \dfrac{-13.6}{n^2}$ مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين حيث n عدد صحيح موجب و $E_0=13{,}6\ eV$.

❶ حدد، معللا جوابك، حالتي الذرة اللتين توافقان مستويي الطاقة التاليين : $E=-13{,}6eV$ و $E=0eV$.

❷ تنتقل ذرة الهيدروجين من المستوى الطاقي n إلى المستوى الطاقي p بحيث $n>p$.

أ– هل يصاحب هذا الانتقال امتصاص إشعاع أم انبعاثه ؟ علل.

ب– أوجد تعبير طول الموجة λ لهذا الإشعاع بدلالة E_0 و p و n و ثابتة بلانك h و c.

ج– علما أن هذا الانتقال ينتمي إلى متسلسلة بالمير و أن $p=5$ أحسب قيمة λ .

تمرين رقم 60° | 30min | Type BAC

■ **نعطي:**

- ثابتة بلانك : $h=6{,}63.10^{-34}J.s$ ؛
- $1eV=1{,}6.10^{-19}J$ ؛
- سرعة انتشار الضوء في الفراغ : $c=3.10^8m.s^{-1}$.

تعطي العلاقة $E_n=-13{,}6/n^2$ مستويات الطاقة لذرة الهيدروجين حيث n عدد صحيح طبيعي.

❶ احسب الطاقة المطابقة لكل من الحالة الأساسية و الحالات الثلاث الأولى المثارة و حالة التأين.

❷ مثل هذه المستويات على مخطط للطاقة .

❸ بين أن ذرة الهيدروجين في حالتها الأساسية يمكن أن تمتص فوتونات طاقاتها $10{,}2\ eV$ و $12{,}8\ eV$ و لا يمكنها أن تمتص فوتون طاقته $5{,}2\ eV$.

❹ في حالة الامتصاص :

أ– مثل الانتقالات المكنة على المخطط.

ب– احسب تردد و طول موجة الاشعاع المرتبط بالفوتونات ذات الطاقة $10{,}2\ eV$.

ج– حدد موضع هذا الإشعاع على الطيف.

❺ هل يمكن إثارة ذرة الهيدروجين عند تصادمه مع :

أ– إلكترون طاقته الحركية $5\ eV$.

ب– إلكترون طاقته الحركية $12\ eV$.