

هذه الصفحة مخصصة لعرض تمارين متنوعة من كتاب الميكانيكا كعينة للقارئ الكريم. جميع الأسئلة محلولة ضمن متن الكتاب. كما لم ترفق فيه أية أسئلة أو تمارين غير محلولة. هنا نص مخفي

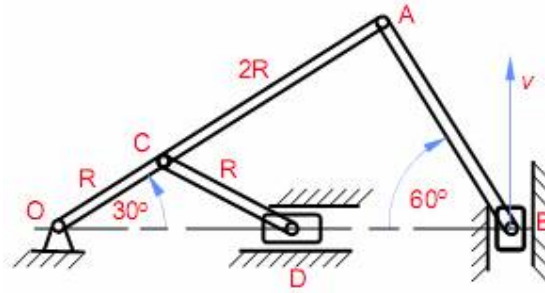
الباب الثاني: الكينماتيكا

الحركة المستوية

سؤال م 12.2

استخدم نظرية المساقط لسرجهتي جسيمين من جسيمات الميكانيزم (النظام)، معادلة 71.2 لحساب سرجهتي الطرفين C و D للشكل المرافق إذا علمنا أن سرجة المنزلق B محددة بالمعادلة الاتجاهية

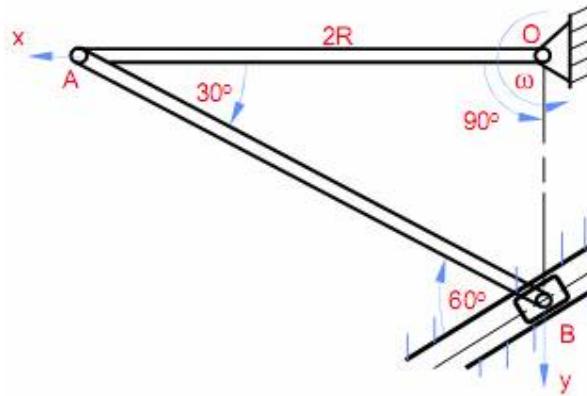
$$v_B = v \mathbf{j}$$



الحركة المستوية

سؤال م 13.2

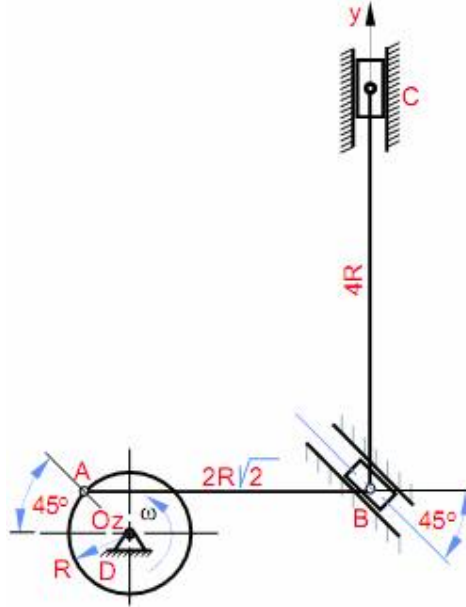
يدور المرفق OA بسرعة زاوية ثابتة $\omega = \text{const.}$ ما سرعة وتسارع المنزلق B والتسارع الزاوي للذراع AB.



الحركة المستوية

سؤال م 15.2

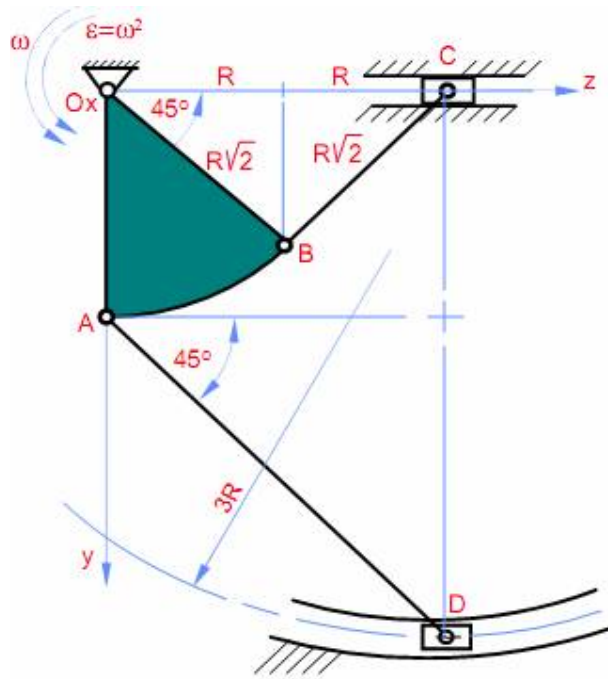
تدور العجلة D بسرعة دورانية ثابتة حول محور عمودي على مستوى الرسم، $\omega = \omega \mathbf{k}$ ، وتدفع في الوقت نفسه المنزلقين B و C والذراعين AB و BC المتصلة مع بعض بواسطة ثلاثة مفاصل A ، B و C. أوجد تسارع المنزلق B والمنزلق C والتسارع الزاوي للذراعين AB و BC .



الحركة المستوية

سؤال م 16.2

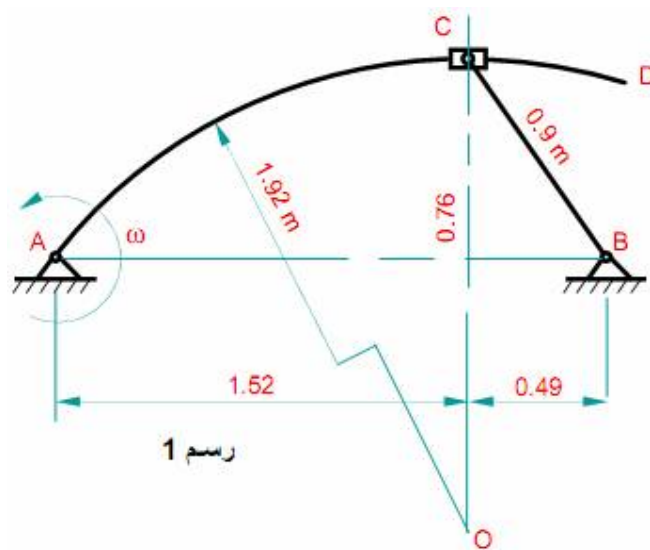
تدور الصفيحة القطاعية OAB حول المحور الأفقي Ox وتسحب معها الذراع BC والمنزلق C المتحرك في مجرى أفقي مستقيم، وكذلك الذراع AD مع المنزلق D المتحرك داخل مجرى دائري في المستوى الرأسى Oyz. أوجد سرعة وتسارع المنزلقين C و D وكذلك التسارع الزاوي للذراعين ϵ_{BC} و ϵ_{AD} . خصائص الصفيحة الكينماتيكية التالية: سرعتها الزاوية حول المحور الأفقي المار في O تساوي $\omega = \omega \mathbf{i}$ ، بينما تسارعها الزاوي يساوي $\epsilon = \omega^2 \mathbf{j}$ ونصف قطر المجرى 3R.



الحركة المركبة - تسارع كوريوليس

سؤال م 21.2

في الميكانيزم، رسم 1، يتحرك الذراع AD بسرعة زاوية ثابتة، مقدارها $\omega = 2$ [rad/s]. ما السرعة الزاوية والتسارع الزاوي للذراع BC؟



الباب الثالث: قوانين الديناميكا

قانون نيوتن الثاني

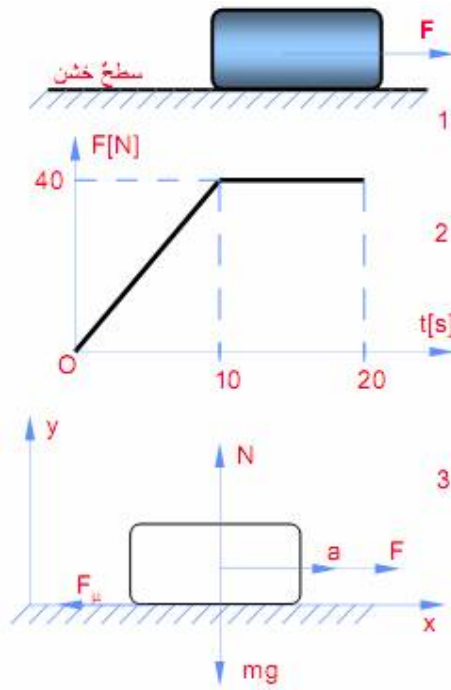
سؤال م 3.3

تسارع جسيم معرف بالعلاقة
 $a = 3x^{2/3} - x/4 \quad [m/s^2]$
 احسب سرعة الجسيم عندما تكون القوة المؤثرة ذات قيمة حدية. وما سرعة الجسيم القصوى v_{max} ؟ الجسيم ذو كتلة مقدارها الوحدة، يتحرك بدون سرعة ابتدائية من النقطة $P_0(0,0,0)$.

قانون نيوتن الثاني

سؤال م 4.3

أوجد سرعة وتسارع صندوق، كتلته 12 كيلوغرام في اللحظتين $t = 10$ ثانية و $t = 20$ ثانية عندما يتحرك من السكون على سطح أفقي وخشن، معامل احتكاكه الاستاتيكي $\mu_s = 0.2$ ، والديناميكي $\mu_d = 0.186$ ، إذا ما سحب الصندوق بقوة أفقية F تتغير زمنياً كما في الرسم البياني 2.

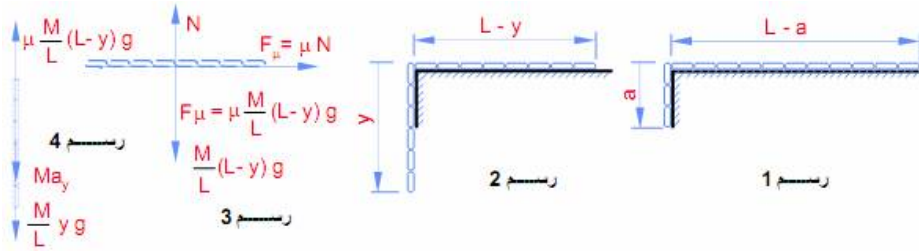


قانون نيوتن الثاني

سؤال م 12.3

تتواجد سلسلة حديدية طولها L ، وكتلتها M على منضدة أفقية. تبدأ السلسلة بالانزلاق باحتكاك مهمل وذلك عندما يتدلى جزء منها طوله a عن الحافة الرأسية للمنضدة.

- 1- أكتب معادلة حركة السلسلة كدالة زمنية وما الزمن اللازم كي تَبْرَحَ المنضدة؟
- 2- إذا كان معامل الاحتكاك بين السلسلة والمنضدة μ فما أقصى سرعة تبرح بها السلسلة المنضدة؟



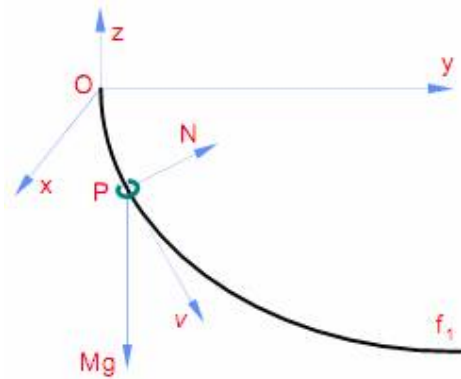
الباب الرابع

حركة الجسم المقيدة

حركة الجسم المقيد بمنحنى أملس

سؤال م 1.4

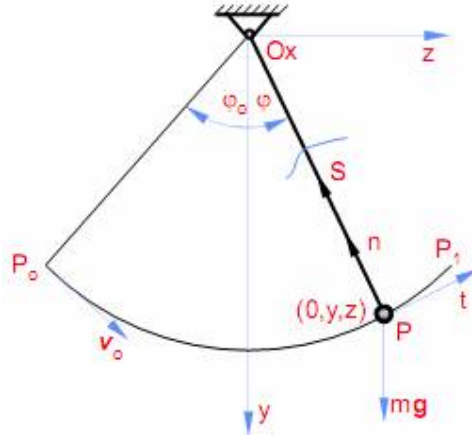
تتحرك حلقة كتلتها M ، على سلك معدني ثابت وأملس، ثني ليبرسم معادلة القطع المكافئ $y = z^2$ ، وذلك تحت تأثير قوة وزنها. أوجد رد فعل السلك على الحلقة في موضع اعتباطي، إذا علمنا أن الحلقة تحركت في اللحظة الابتدائية $t_0 = 0$ من السكون، انطلاقاً من الموضع $\mathbf{r} = \mathbf{r}_0 = 0$. وما قيمة رد الفعل في الموقع $P_1(0, -2)$ ؟



مبدأ دالمبير للجسيم المقيد

سؤال م 6.4

إذا درسنا حركة الثقل P لبندول بسيط Simple Pendulum كتلته نُقْطِيَّة mass point، ورمزها m ، في موضع اعتباطي، عندما يصنع الخيط الذي طوله R ، الزاوية φ مع الاتجاه الرأسى، فما الشد في الخيط وما زمن دورة البندول؟ يتحرك الثقل من الموضع P_0 المحدد بالزاوية φ_0 التي يصنعها الخيط مع الرأسى بسرعة ابتدائية مقدارها v_0 .



الباب الخامس

القوانين العامة لديناميكا الجسيم

تغير الزخم الزاوي

سؤال م 1.5

استخدم قانون تَغْيِير الزَّخْم لإيجاد المعادلة التفاضلية لحركة البندول البسيط، معادلة 6، سؤال م 6.4؟

تغير الطاقة الحركية

سؤال م 6.5

أوجد السرعة الزاوية للبندول البسيط، سؤال م 6.4 مستخدماً قانون تغير الطاقة الحركية؟

تغير الطاقة الحركية

سؤال م 12.5

يتحرك طوق، كتلته 40 كيلوغراماً على دليل أفقي BC باحتكاكٍ بسيط، مقدار $\mu = 0.18$ ، بينما تؤثر عليه القوة الثابتة في المقدار والاتجاه

$$\mathbf{F} = 135 \mathbf{i} + 120 \mathbf{j} \text{ [N]}$$

أوجد معامل مرونة الزنبرك k، الموجود في المستوى الرأسي الذي يجعل الطوق يتحرك بسرعةٍ ابتدائية مقدارها 1.67 متر لكل ثانية عندما كان في الموقع A ويصل إلى الموقع D بسرعةٍ تزيد 20% عن سرعته الابتدائية. طول الزنبرك الطبيعي يساوي 0.4 متر.

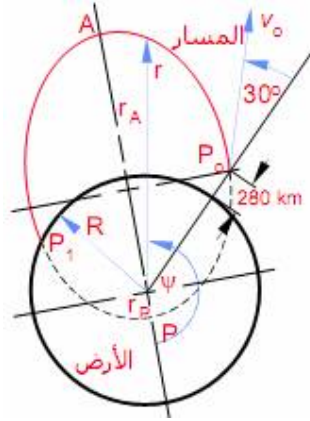
الباب السادس

حركة الجسيم تحت تأثير القوة المركزية

قوانين كبلر

سؤال م 3.6

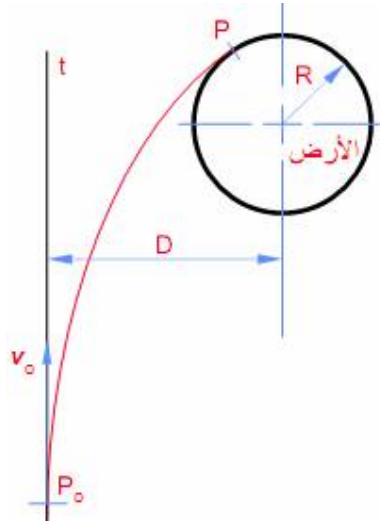
وضع صاروخٌ على ارتفاع $H = 280 \text{ [km]}$ من سطح الأرض وأطلق من هناك بسرعة $v = 5.2 \text{ [km/s]}$ وبزاوية انحراف عن الرأسي $\phi_0 = 30^\circ$. أوجد معادلة مسار الصاروخ واحسب البعدين الحضيضي والأوجي.



قوانين كبلر

سؤال م 7.6

بعد انطلاقه من أعماق الكون بالسرعة الابتدائية $v_0 = \sqrt{2}v_c$ ، يصل نيزكٌ للأرض ويرتطم بها في الموقع P ، وذلك لانجذابه نحوها بعد أن كان يتحرك في مسارٍ مستقيم يبعد عن مركزها المسافة D. احسب قيمة D التي تجعل مسار النيزك يتلامس مع سطح الأرض في النقطة P. وما الاختلاف المركزي e؟ اعتبر الأرض ثابتة.



الباب السابع

حركة الجسيم النسبية

سؤال م 1.7

يتأرجح بندولٌ بسيط، كتلته m، وطول خيطه R، حول محور أفقي Ox ومثبتٌ على عربةٍ تسير أفقياً بتسارعٍ ثابتٍ، مقداره a. أوجد شد الخيط بدلالة الزاوية φ إذا تحرك الثقل بدون سرعةٍ نسبية ابتدائية من الموقع الابتدائي:

$$\text{أ - } \varphi_0 = -\pi/2 ، P_{01} \quad \text{ب - } \varphi_0 = \pi/2 ، P_{02}$$

سؤال م 1.7

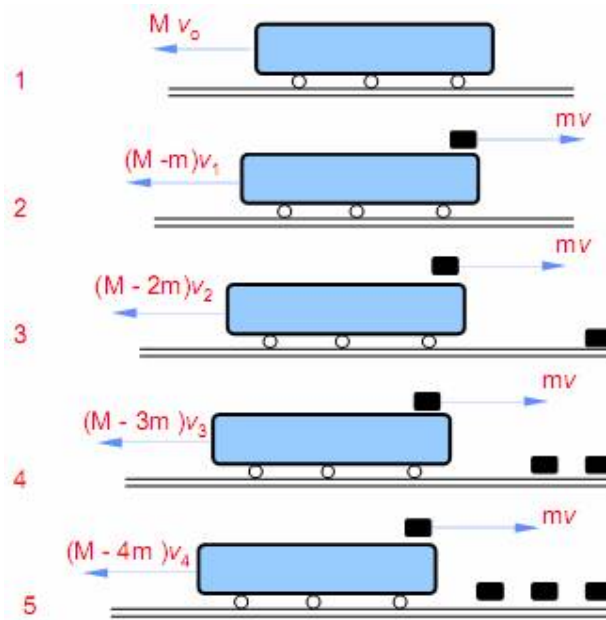
تتحرك طائرة على ارتفاع 10 كيلو متر فوق سطح الأرض وبسرعة 1.5 ماخ أفقياً جنوب غرب. أين تصيب قذيفتها المنطلقة بسرحة نسبية للأمام $v_r = 600$ [m/s]. اعتبر $\phi = 40^\circ$.

الباب الثامن

ديناميكا النظام والجسم الجاسئ
قانون حفظ زخم النظام

سؤال م 2.8

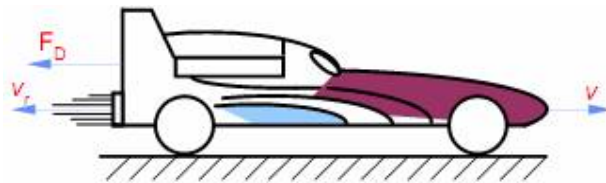
تتحرك عربة منزلقاً على سكة حديد أفقية بسرعة ثابتة، مقدارها 4.6 متر/ ثانية. يقذف رجل واقف على العربة أكياساً من الرمل كيساً كيساً بسرعة قذفي للخلف مقدارها 1 متر/ثانية بالنسبة للعربة. بعد كم كيس يقذفه الرجل إلى الأرض حتى تتعدى سرعة العربة الحدّ 5 متر/ثانية. كتلة كيس الرمل 40 كيلوغرام وكتلة العربة الأولية مع الرجل 2000 كيلوغرام.



ديناميكا الأجسام متغيرة الكتلة

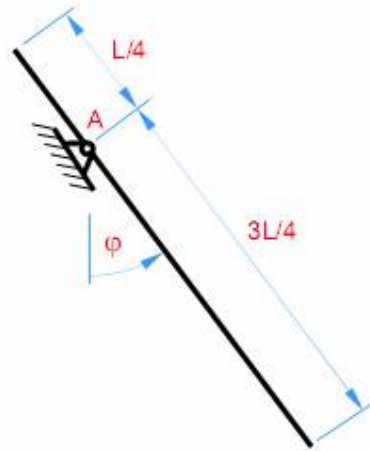
سؤال م 8.8

في شهر تموز/2000 أجريت تجارب عديدة في الصحراء الأردنية لاختراق حاجز الصوت. فقاد الطيار البريطاني **أندي غرين** السيارة الصاروخية ثراست إس إس سي التي تعمل بمحركي طائرة فاننوم من نوع رولز رويز. إذا كانت المعطيات الأولية لهذه التجربة تشير إلى أن كتلة السيارة 5520 كيلوغرام وتحمل وقوداً، كتلته 1280 كيلوغرام، تستهلكه بمعدل ثابت، يعادل 4 كيلوغرام/ ثانية. ما سرعة السيارة بعيد مرور 50 ثانية؟ وهل يمكنها تخطي سرعة الصوت ضمن فترة استهلاكها للوقود؟ افترض مقاومة الهواء للسيارة بدلالة السرعة للحالتين $F_{D1} = 9 v^2$ ، $F_{D2} = 0.0625 v^2$ ، وذلك لسرعة نفث العادم من الخلف 2.025 كيلومتر/ثانية. اعتبر الحركة تبدأ من السكون.



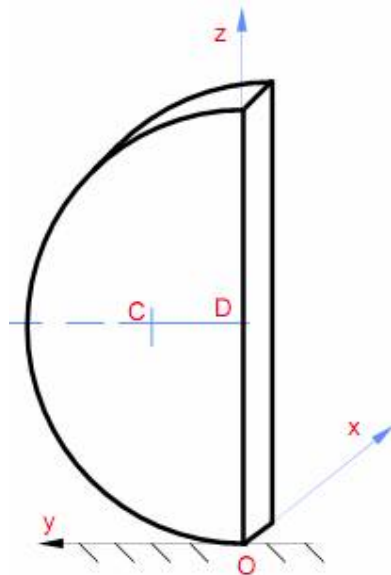
سؤال م 12.8

يدور قضيب متجانس، كتلته 5 كيلوغرام، وطوله 2 متر حول المحور الأفقي AX. أوجد تسارع القضيب ورد فعل القائم A، عندما يصنع الزاوية $\varphi = 30^\circ$ مع الرأسى وتكون سرعته الزاوية 6 دائرية لكل ثانية.



سؤال م 15.8

نصف كرة مصمتة، كتلتها M، ونصف قطرها R، تُركت تتدحرج على سطح أفقي خشن من وضع السكون الابتدائي، رسم 1. اكتب تعبيراً للسرعة الزاوية وما قيمة السرعة الزاوية عندما يدور الجسم 0.25 دورة، رسم 3؟ اعتبر التدحرج بدون انزلاق.



سؤال م 17.8

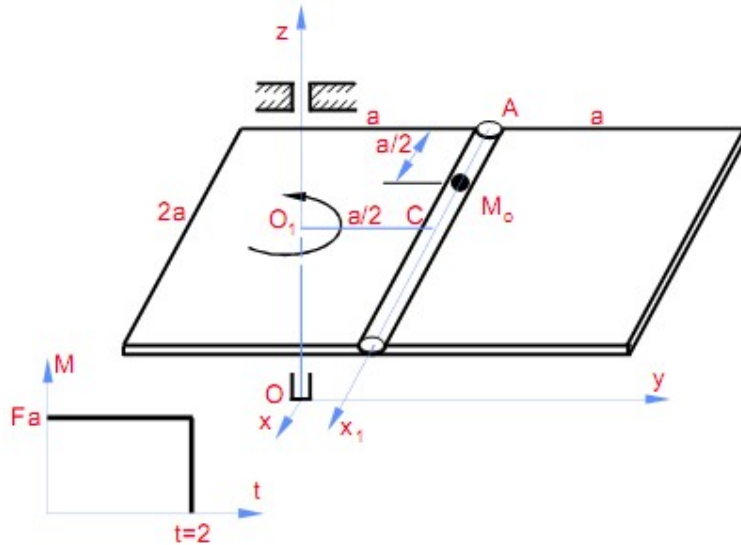
تدور منصة خشبية مربعة الشكل، أطوالها $2a \times 2a$ وكتلتها M في مستوى أفقي حول محور رأسي ثابت Oz باحتكاك مهمل. ينصف سطح المنصة مجرى أملس AB بعرضها، ويتواجد فيه كرة ملساء، كتلتها m، مربوطة بخيط عديم الوزن والاستطالة طوله $a/2$ ، إلى النقطة A. إذا ابتدأ النظام الحركة من السكون متأثراً بعزم دوراني ثابت، مقداره

$$\mathbf{M}_F = Fa \mathbf{k}$$

حتى اللحظة 2 ثانية، حيث لحظتها، قُطِع الخيط الذي يربط الكرة بالمنصة، ثم تحركت الكرة داخل المجرى حسب العلاقة

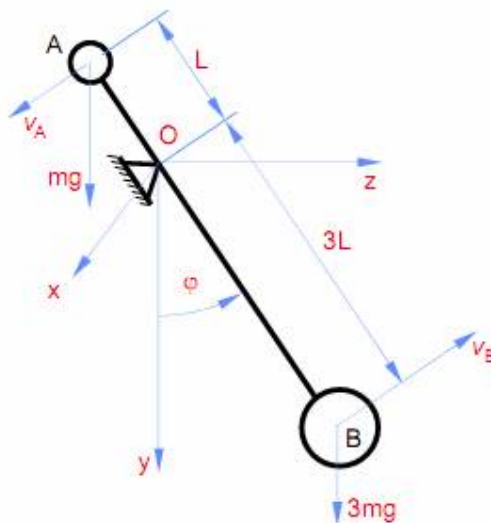
$$M_0 M = x_1 = [a(t-2)/4] \quad \forall \quad t \geq 2 \quad a$$

حيث t الزمن بالثواني و x_1 المسافة المقطوعة. أوجد السرعة الزاوية للمنصة في اللحظتين 2 ثانية و 4 ثانية.



سؤال م 20.8

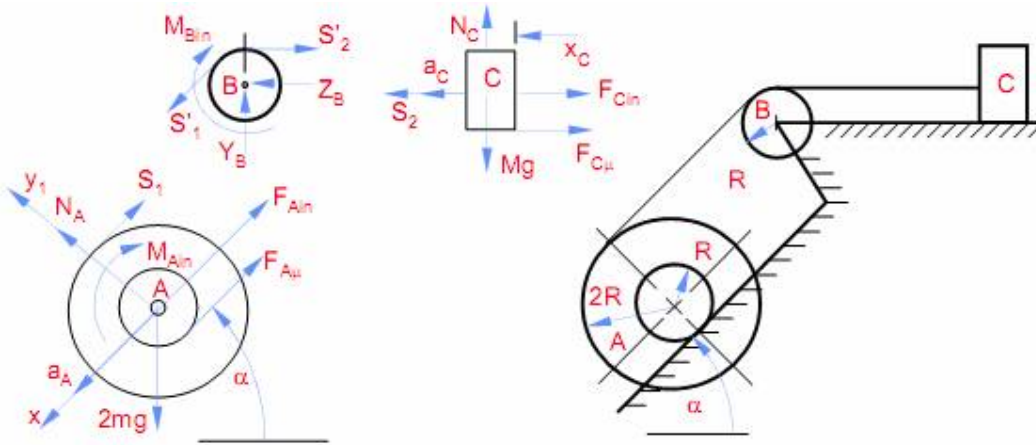
يتحرك قضيبٌ عديم الوزن، وطوله $4L$ في المستوى الرأسى Oyz حول المحور الأفقى Ox المار في النقطة O . ويحمل القضيب ثقليين A و B ، كتلتاهما m و $3m$ على الترتيب. أوجد الزخم الزاوي للثقليين بالنسبة للمركز O ؟ وما المعادلة التفاضلية لحركة الثقليين؟



سؤال م 27.8

تتدحرج العجلة A بدون انزلاق على سطح مائل وتسحب معها الثقل C الذي يتحرك على سطح أفقى خشن، معامل احتكاكه μ ، بواسطة البكرة الملساء B المثبتة في أعلى المستوى المائل. أوجد تسارع الثقل C للمعطيات التالية: تتكون العجلة A من اسطوانتين متداخلتين ومحكما التركيب، أنصاف أقطارهما R

و $2R$ ، ونصف قطر تدويمها يساوي $R = \rho$ ، ويميل السطح بالزاوية α عن الأفقي. الثقل $M = C$ بينما $m_A = 2$ و $m_B = 2m$.

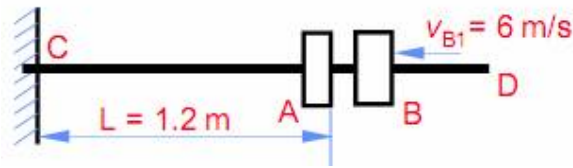


الباب التاسع

التصادم

سؤال م 1.9

يتحرك المنزلق B على الدليل الأفقي والأملس CD، طوله الكلي 5 متر، بسرحة ابتدائية منتظمة قدرها $v_B = -6$ [m/s]، عندما صَدَمَ المنزلق الآخر A الساكن الحركة لحظتيًا. إذا كان التصادم مرناً $e = 1$ لجميع الحالات، أوجد عدد التصادمات التي تحدث (بين المنزلقين ومع الحائط) وما السرعة النهائية للمنزلق B وموضعه النهائي؟ اعتبر أن $m_A = 1$ [kg]، $m_B = 2$ [kg] و $L = 1.2$ [m].

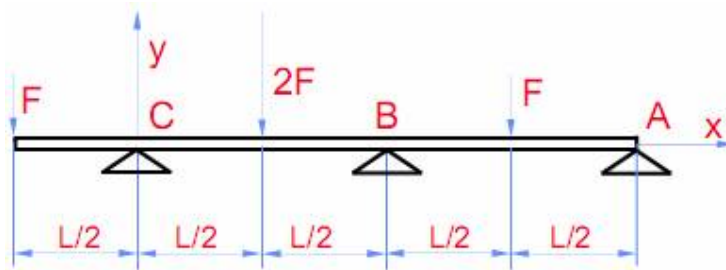


الباب العاشر

عناصر الميكانيكا التحليلية ومعادلات لاجرانج

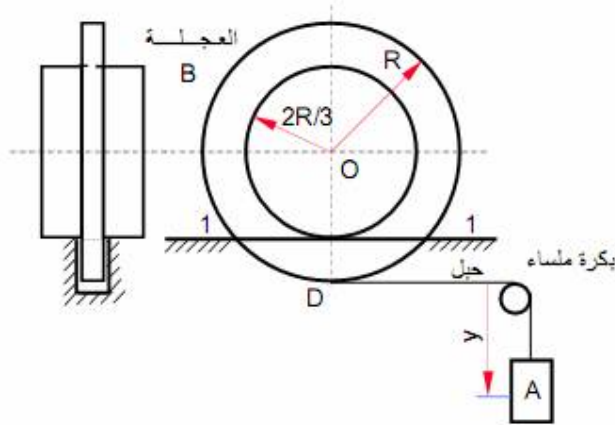
سؤال م 1.10

أوجد ردود أفعال قوائم الارتكاز A، B و C للعارضة AC.



سؤال م 5.10

يتحرك الثقل A، كتلته M نحو الأسفل ويسحب معه بواسطة حبل وبكرة أملسين وعديمي الوزن العجلة B، كتلتها m والمكونة من إسطوانتين متداخلتين، محكمتا التركيب. أوجد تسارع الثقل A إذا كان نصف قطر التدويم للعجلة B يساوي $R/2$. اعتبر النظام يتحرك من السكون.



سؤال م 8.10

ينزلق قضيب متجانس، كتلته M وطوله $2L$ على حائط رأسي ومستوى أفقي من السكون عندما كان يصنع الزاوية φ_0 مع الحائط. إذا كانت حركة القضيب رأسيةً ودونما أي احتكاك بين القضيب والسطحين، أوجد السرعة الزاوية للقضيب بدلالة الزاوية φ ، مستخدماً معادلات لاجرانج من النوع الثاني.

