امتحان نهائي لمقرر ميكانيكا هندسية 2
الزمن: 3ساعات

جامعة مصراتة
كليـــة الهندســـة
القسم العام

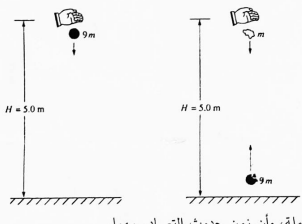
أستاذ المقرر
مصطفى إدريس أبورويص

أجب عن جميع الأسئلة التالية مع تقديم الخطوات التفصيلية للوصول إلى الحل

السؤال الأول: 4 + 8 + 3 درجات

أ) سامي وجلال يتنافسان دائمًا في مقرر الهندسة الميكانيكية أو كما يسميانه المصقّعة، ذات يوم كتب الأستاذ مسألة تطبيقية ورسم مسارين دائريين لمتزلّجين بكتلتين متساويتين، يدوران بحيث يُتمّ كلٌ منهما دورة كاملة في نفس الزمن (أي أن فترة الدوران متساوية)، الفرق الوحيد أن نصف قطر مسار أحدهما يساوي نصف قطر مسار الآخر. استغل الأستاذ روح التنافس بينهما لاختبار من الأقدر على توظيف مفاهيم المقرر في تفسير الحركة. المطلوب (كتقييم لفهمك أنت أيضًا): حدّد نسبة مقدار القوة المؤثرة على كلٍ منهما، لمقارنتها بإجابة سامي وجلال.

ب) تُترك كرة كتلتها $(9m)$ لتسقط من السكون من ارتفاع $(H = 5m)$ فوق سطح الأرض، كما هو موضح في الشكل لتتعرّض لتصادم مرن تمامًا مع الأرض فترتدّ إلى أعلى. في اللحظة التي ترتدّ فيها الكرة، تُطلق كتلة صغيرة من الصلصال (طين) كتلتها (m) من السكون من الارتفاع $(H = 5m)$، مباشرةً فوق الكرة، كما هو موضح في الشكل، تهبط كتلة الصلصال وتصطدم بالكرة بعد (0.5) ثانية، بينما تكون الكرة في تلك اللحظة صاعدة، أفرض أن مقاومة الهواء مهملة، وأن زمن حدوث التصادم مهمل.



- حدّد سرعة الكرة مباشرةً قبل اصطدامها بالأرض، وسرعة ارتدادها مباشرةً بعد تصادمها مع الأرض.
- حدّد موضع تصادم الصلصال مع الكرة من سطح الأرض.
- حدّد سرعتي الكرة وكتلة الصلصال مباشرةً قبل التصادم.
- إذا التصقت الكرة وكتلة الصلصال معًا عند التصادم، فما مقدار واتجاه سرعتهما مباشرةً بعد التصادم؟

ج) بعد حل سامي وجلال للمسائل في الأعلى، اتفقا على فائدة مهمة في الهندسة الميكانيكية 2: كثير من الأخطاء تأتي من الخلط بين الدروس ونوع الحركة. استغل الأستاذ ذلك وسألهم ليثبّت الفكرة: ماذا نستنتج عن حركة جسم إذا كانت محصلة القوى عليه تساوي صفرًا؟ هل يعني ذلك السكون بالضرورة؟ ساعد كلاهما في الإجابة ووضّح إجابتك بتبرير فيزيائي واضح.

أقلب الصفحة

السؤال الثاني 5 + 3 + 7 درجات

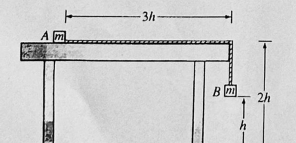
أ) إذا قُذِفت قذيفة بزاوية θ مع الأفق من سطح الأرض باتجاه جدار يبعد $4m$ عن نقطة الإطلاق وارتفاعه $4m$ ، وكانت القذيفة تلامس قمة الجدار تمامًا دون أن يعترضها ثم تسقط على الجانب الآخر على بعد أفقي $14m$ من قاعدة الجدار، فأوجد زاوية الإطلاق والسرعة الابتدائية.

ب) بينما كان سامي وجلال يتمشّيان عائدين من محاضرة الهندسة الميكانيكية (2)، علّق سامي بسخرية على المحاضرة قائلًا: "المهم ننجح وخلاص... الأستاذ يبالغ في التفاصيل!" وفي تلك اللحظة مرّت شاحنة تجرّ مقطورة، فابتسم سامي وقال لجلال: افترض أن كتلة المقطورة تساوي أربعة أضعاف كتلة رأس الشاحنة، وأن رأس الشاحنة يتسارع إلى الأمام وهو يجرّ المقطورة. ما نسبة القوة التي تؤثر بها المقطورة على الرأس إلى القوة التي يؤثر بها الرأس على المقطورة عند نقطة الاتصال؟ عندها قال جلال: أكيد القوة أكبر بأربع مرات، بينما اعترض سامي قائلًا: لا، أظنها أكبر بمرتين. حدّد أي الرأيين أقرب للصواب (أم أن هناك رأيًا ثالثًا)، ودعّم قرارك بتبرير فيزيائي واضح مستند إلى مفاهيم مقرر الهندسة الميكانيكية 2.

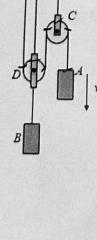
ج) دار في ذهن جلال سؤالٌ آخر، فالتفت إلى سامي وقال: "افترض أن تأثير جميع القوى الخارجية مهمل، وأن الكتل مهملة، وكانت هذه الشاحنة ولنسمّيها A تتحرك بعجلة $a_A = (6t - 3)\ ft/s^2$ وكانت معها شاحنة أخرى B تتحرك في نفس الاتجاه وبعجلة $a_B = (12t^2 - 8)\ ft/s^2$ وكلاهما انطلق من السكون. ما المسافة بينهما عند $t = 4\ sec$؟

السؤال الثالث 5 + 5 + 5 درجات

أ) كتلتان صغيرتان، كتلة كل منهما m، موصولتان بخيط طوله ثابت $4h$ وكتلته مهملة. توضع الكتلة A على سطح طاولة أملس كما هو موضح في الشكل، بينما تتدلّى الكتلة B خارج حافة الطاولة. يبلغ ارتفاع سطح الطاولة عن الأرض مسافة $2h$ بعد ذلك تُترك الكتلة B لتسقط من السكون وهي على ارتفاع h فوق الأرض عند الزمن $t = 0$ أوجد:



- باستخدام قانون نيوتن حدّد تسارع الكتلة B أثناء هبوطها.
- إذا علمت أن الكتلة B تصطدم بالأرض ولا ترتد، حدّد الزمن الذي تصطدم فيه الكتلة بالأرض.

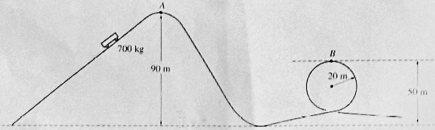


ب) من نظام البكرات الموضح في الشكل حدد سرعة الأسطوانة B إذا كانت الأسطوانة A تتحرك إلى الأسفل بسرعة $4m/s$؟

اقلب الصفحة

ج) بينما يسأل جلال صديقه سامي، ضرب سامي برجله كتلة صغيرة m_1 ، لتنزلق الكتلة من السكون على منحدر عديم الاحتكاك في الطريق التي يتمشيان عليه من ارتفاع $h = 2.50\,m$، ثم تصطدم بالكتلة m_2 الساكنة التي كتلتها $2m_1$. بعد التصادم، تنزلق الكتلة m_2 إلى منطقة من الطريق معامل الاحتكاك الحركي فيها $\mu_k = 0.5$ وتتوقف بعد قطع مسافة d داخل تلك المنطقة. ما قيمة المسافة d إذا كان التصادم مرنًا تمامًا.

السؤال الرابع 6+3+6 درجات



أ) ترتفع لعبة قطار الملاهي $700kg$ في مدينة الألعاب إلى النقطة (A) على ارتفاع $90m$ فوق أدنى نقطة في المسار، كما هو موضح في الشكل أعلاه. تبدأ العربة من السكون عند النقطة (A)، ثم تنحدر على سطح مائل باحتكاك مهمل، وتتابع السير على المسار لتدور داخل حلقة نصف قطرها $20m$ عند (B) ، وهي أعلى نقطة في الحلقة، تقع على ارتفاع $50m$ فوق أدنى نقطة في المسار، احسب سرعة العربة عند النقطة B، واحسب مقدار جميع القوى المؤثرة عليها عند هذه النقطة.

ب) بعد أن أنهى سامي وجلال الجزء (أ) من المسألة السابقة، قال سامي باستخفاف: "خلاص... نحفظ النتيجة ونمشي" ابتسم جلال وردّ عليه بفائدة تربوية تعلّموها بصعوبة في المقرر: "أي نتيجة في الميكانيكا لها شروطها؛ إذا تغيّر الواقع تغيّر النموذج." فمثلًا افترض أن الاحتكاك غير مُهمل. كيف يمكن تعديل الحلقة للحفاظ على نفس السرعة عند قمة الحلقة كما تم إيجادها في (أ)؟ علّل إجابتك اعتمادًا على مفاهيم الطاقة/الشغل في مقرر الهندسة الميكانيكية2.

ج) **أجب كل الأسئلة التالية:**

1. ما المقصود بـ معامل الارتداد؟ وما حدوده الفيزيائية الممكنة؟ وماذا يعني أقصى قيمة له وأدنى قيمة له؟
2. يمكن استخدام **فرضية ثبات طول الحبل** في حل مسائل الميكانيكا؟ اذكر الشروط والافتراضات اللازمة لاستخدامها.
3. في مسألة جسم على سطح خشن، كيف تُحدِّد هل الاحتكاك **سكوني** أم **حركي**؟ وكيف يؤثر وجود قوة الاحتكاك على قانون حفظ الطاقة؟

انتهت الأسئلة