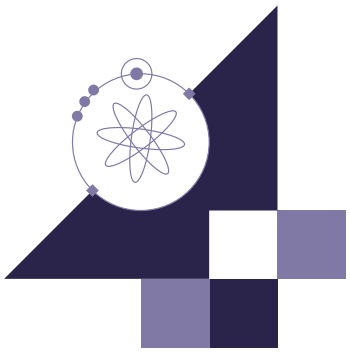
وزارة التعليم
Ministry of Education

موهبة
Mawhiba

نسمو
NSMO

أولمبياد العلوم والرياضيات الوطني "نسمو"

الاختبـــــار النظـــري للفيزيـــاء
نهائيات أولمبياد "نسمو" 2026



الفيزياء

أولمبيـــــاد العلوم والرياضيات الوطني

اختبار المرحلة الرابعة 1447- 2026

فيزياء

الزمن: ثلاث ساعات

Name:	الاسم:
ID number:	رقم الهوية:
Education Department:	إدارة التعليم:

سؤال 1. (15 درجة) أطلقت مركبة بسرعة ابتدائية $v_0 = \sqrt{\frac{1.8GM}{R}}$ ، على سطح كوكب كروي تماما، نصف قطره R وكتلته M ولا يحتوي على غلاف جوي، باتجاه موازي للأفق وبعد فترة زمنية عادت المركبة إلى موضع الإطلاق. كانت أقل سرعة لها خلال رحلتها هي $v_1 = \sqrt{\frac{GM}{45R}}$.

a) كم كان بعد المركبة عن مركز الكوكب عند أقل سرعة لها؟ (اجب بدلالة R)

b) كم كان بعد المركبة عن نقطة الإطلاق عند أقل سرعة لها؟ (اجب بدلالة R)

c) لتوفير الوقود، نريد أن نطلق نفس المركبة بنفس الاتجاه وأن تعود إلى موضع الإطلاق مرة أخرى بأقل سرعة ممكنة. كم ستكون قيمة هذه السرعة؟ (اجب بدلالة R, G, M)

d) لحالة أقل سرعة، احسب الزمن الذي ستستغرقه المركبة للعودة لنقطة الإطلاق. (اجب بدلالة R, G, M)

e) احسب أقل سرعة إذا أطلق الجسم بها فإنه لا يعود لنقطة الإطلاق. (اجب بدلالة R, G, M)

Question 1. (15 points) A spacecraft was launched with an initial speed $v_0 = \sqrt{\frac{1.8GM}{R}}$ parallel to the horizon on the surface of a perfectly spherical planet with radius R and mass M and no atmosphere. After some time, the spacecraft returned to its launch position. Its minimum speed during its journey was $v_1 = \sqrt{\frac{GM}{45R}}$.

a) How far was the spacecraft from the center of the planet at its minimum speed? (Answer in terms of R.)

b) How far was the spacecraft from the launch point at its minimum speed? (Answer in terms of R.)

c) We want to launch the same spacecraft in the same direction and have it return to the launch point again. To save fuel, we want to launch with the minimum possible speed. Find this minimum speed. (Answer in terms of R, G, M.)

d) For the case of minimum speed, calculate the time it will take for the spacecraft to return to the launch point. (Answer in terms of R, G, M.)

e) Calculate the minimum speed at which, if launched, the spacecraft will not return to the launch point. (Answer in terms of R, G, M.)

سؤال 2. (15 درجة) من المعروف في الفيزياء أن مسألة حركة جسمين حول بعضهما البعض، مثل حركة الأرض حول الشمس، يمكن حلها بشكل كامل، كما يتبين في قوانين كبلر. لكن عندما يكون هنالك أكثر من جسمين، فإن حل المسألة بشكل عام صعب للغاية. ستقوم في هذه المسألة بحل حالة خاصة لمسألة الأجسام الأربعة في الجاذبية. افترض أن هنالك أربعة نجوم متطابقة، كتلة كل منها m، ومرتبة بحيث أن كل نجم يقع على إحدى رؤوس مربع طول ضلعه a. تتحرك هذه النجوم بنفس السرعة v بحيث المسافة بينها ثابتة، كما هو موضح.

a) أوجد نصف قطر الدوران r لحركة هذه النجوم.

b) أوجد مقدار قوة الجاذبية المحصلة على إحدى النجوم بدلالة G، m وa، وبين أنها تشير نحو مركز المربع.

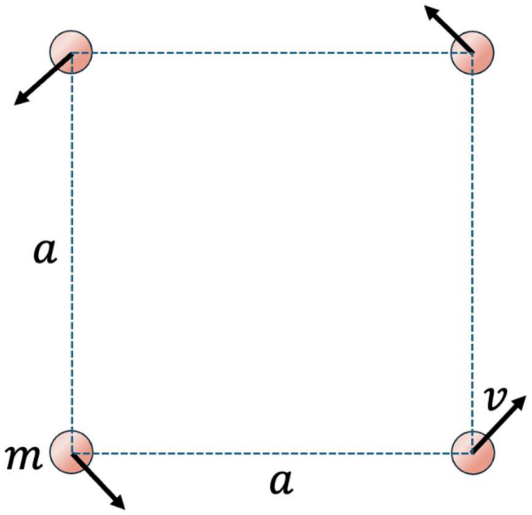
c) أوجد تعبيرا لـv بدلالة m وa وثابت الجذب العام G.

Question 2. (15 points) It is known in Physics that the problem of two bodies moving around each other, like motion of the Earth around the Sun, can be solved completely, as shown in Kepler's laws. However, when there are more than two bodies, solving the problem in general becomes very difficult. In this problem, you will solve a special case of the four-body problem in gravity. Assume that there are four identical stars, the mass of each is m, arranged such that every star lies at a vertex of a square of side length a. These stars move with the same speed v such that the distance between them remains constant, as shown.

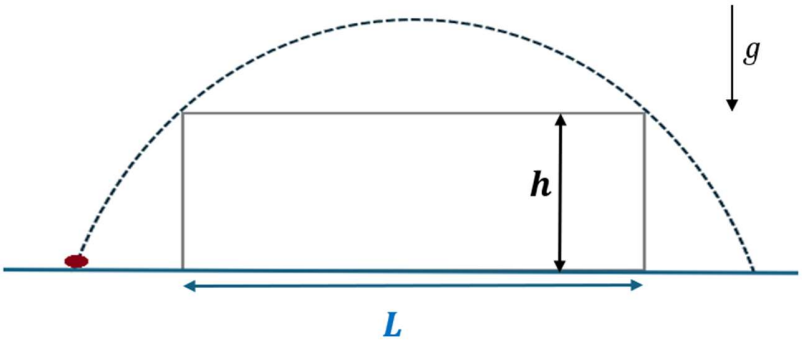
a) Find the radius of rotation r for these stars.

b) Find the magnitude of the net gravitational force acting on one of the stars in terms of G, m and a, and show that it points towards the center of the square.

c) Find an expression for v in terms of m, a and the universal gravitational constant G.



سؤال 3. (15 درجة) مبنى واجهته مستطيلة الشكل، ارتفاع المبنى h، وعرضه الأفقي L. ما أقل سرعة عددية ابتدائية يجب أن يُقذف بها حجر من سطح الأرض بحيث يمر فوق المبنى دون أن يصطدم به؟



Question 3. (15 points) A building has a rectangular front with height h and horizontal width L. What is the minimum initial speed required for a stone to be thrown from ground level so that it passes over the building without striking it?

سؤال 4. (15 درجة) ربطت كتلة $m_1 = 2.0\ kg$ بإحدى نهايتي زنبرك أفقي مهمل الكتلة وثابته $k = 200.0 N/m$، بينما النهاية الأخرى حرة، أنظر للشكل. كتلة أخرى $m_2 = 1.0\ kg$ تتجه للكتلة الأولى من جهة النهاية الحرة للزنبرك بسرعة $u = 6.0\ m/s$. الكتلتان على سطح أفقي وأملس.

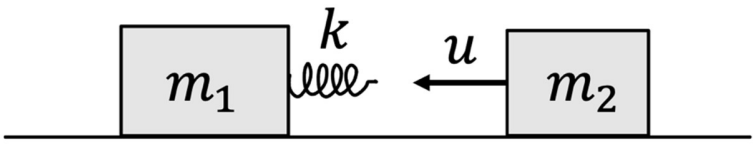
a) أوجد السرعتين النهائيتين للكتلة 1 والكتلة 2، v_{1f} و v_{2f} بعد التصادم.

b) أوجد الانضغاط الأكبر للزنبرك، Δx_{max}. **تلميح**: ماهي السرعة النسبية بين الجسمين عند هذه اللحظة؟

Question 4. (15 points) A block of mass $m_1 = 2.0\ kg$ is attached to one end of a horizontal spring with negligible mass and spring constant $k = 200.0\ N/m$, while the other end of the spring is free, see the figure. Another block of mass $m_2 = 1.0\ kg$ is approaching the first block from the free end of the spring with speed $u = 6.0\ m/s$. The blocks are on a horizontal smooth surface.

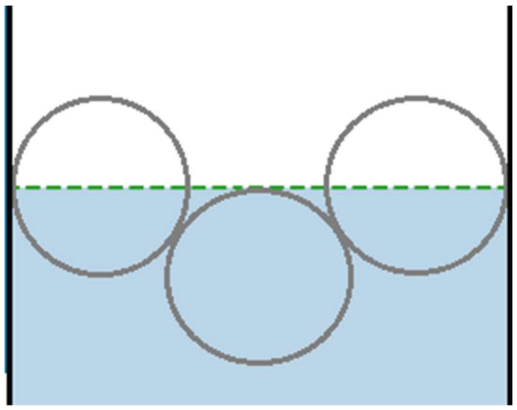
a) Find the final velocities of block 1 and block 2, v_{1f} and v_{2f} after the collision.

b) Find the maximum compression of the spring, Δx_{max}. **Hint:** What is the relative velocity between the two objects at that moment?



سؤال 5. (15 درجة) ثلاثة جذوع متطابقة طويلة كتلة كل منها m تطفو في قناة (معبر مائي) طويلة. الجذع الأيسر والأيمن مغموران في الماء إلى النصف. الجذع الأوسط يلامس سطح الماء فقط. لا يوجد احتكاك في النظام وتسارع الجاذبية الأرضية g.

a) أوجد نسبة كثافة الجذوع إلى كثافة الماء.
b) أوجد القوة بين الجذع الأيسر وجدار القناة.



Question 5. (15 points) Three identical long logs of mass m each float in a long channel. The left and right logs are half submerged in water. The central log touches the surface of the water. There is no friction in the system. Acceleration due to gravity is g.

a) Find the ratio of density of logs to density of water.
b) Find the force between the left log and the channel wall.