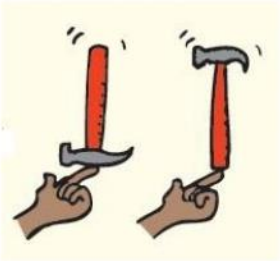
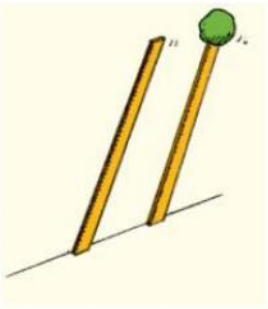
1. ايهما اسهل ، موازنة مطرقة على طرف اصبعك من خلال وضع طرف مقبض المطرقة على راس اصبعك أم من خلال وضع الجزء الذي تطرق فيه على الاشياء (الجزء الحديدي) . انظر الشكل المرفق ؟



وضع مقبض المطرقة على طرف اصبعك اسهل لموازنة المطرقة و يعود السبب في ذلك الى أن المطرقة سيكون لها عزم قصور دوراني كبير و بالتالي مقاومة أكبر للدوران .

2. عند وضع مسطرتين متريتين بشكل عامودي بجانب حائط و تركناهما يسقطان باتجاه الارض فأنهما سيدوران و يصلان الى سطح الارض في نفس اللحظة . عند وضع كرة كبيرة من الصلصال على طرف احد المسطرتين من الاعلى (انظر الشكل المرفق) فهل ستدور باتجاه الارض بشكل اسرع أم ابطاء ؟

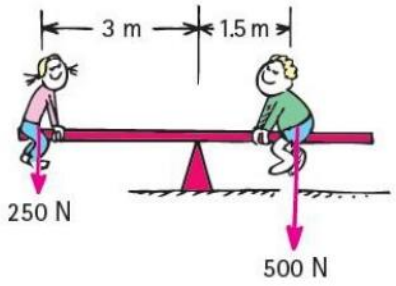


ستدور بشكل ابطاء باتجاه الارض وذلك يعود الى ان عزم قصورها الذاتي قد اصبح اكبر و بالتالي مقاومة اكبر للحركة الدورانية.

3. اذا استطالت ذراع مفتاح شد البراغي (المفتاح الانجليزي) - انظر الصورة ، ثلاث اضعاف طولها الاصلي . كم سيزداد العزم المطبق لنفس القوة المطبقة ؟

عند زيادة طول ذراع القوة بثلاث اضعاف سيؤدي ذلك الى زيادة العزم بمقدار ثلاث مرات كذلك .

4. حسب الصورة المرفقة . اذا ازداد وزن الفتاة 50 N ، أين يجب أن تجلس الفتاة حتى يتم المحافظة على الاتزان . الولد لن يتحرك من مكانه ؟



يجب ان تنتقل الفتاة مسافة ½ m اقرب الى نقطة الارتكاز بحيث تصبح ذراع القوة لها 2.5 m

$$300\ \text{N} \times 2.5\ \text{m} = 500\ \text{N} \times 1.5\ \text{m}$$

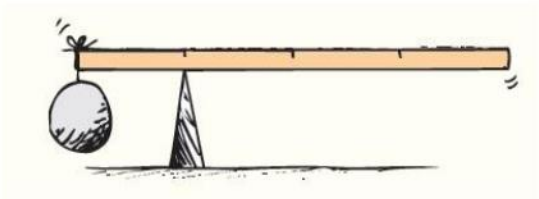
5. أين يقع مركز الكتلة لحبة دونات ؟

يقع في منتصف فراغ حبة الدونات

6. هل يمكن لجسم ما ان يكون له اكثر من مركز كتلة ؟
أي جسم صلب له مركز كتلة واحد فقط . اذا كان الجسم غير صلب مثل قطعة من الصلصال مثلا سيكون هنالك لكل شكل جديد لقطعة الصلصال مركز كتلة و احد فقط (تذكر أن الصلصال من الممكن اعادة تشكيله الى عدة اشكال)

7. أين يقع مركز الكتلة لقشرة الكرة الارضية ؟
نستطيع ان نشبه الكرة الارضية ككرة سلة ضخمة و عليه ستكون قشرة الارض رقيقة مقارنة مع حجم الارض (تعتبر قشرة الارض كقشرة كروية الشكل و مفرغة من الداخل) و سيكون مركز كتلة القشرة الارضية في مركز كتلة الكرة الارضية .

8. مسطرة مترية منتظمة في حالة اتزان عند النقطة 25 cm (انظر الشكل) عندما علق حجر كتلته 1 kg عند النقطة 0 cm ، ما هي كتلة المسطرة المترية ؟



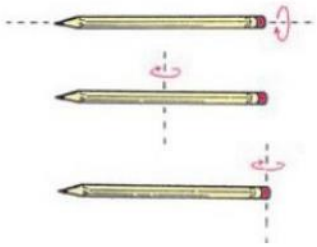
كتلة المسطرة المترية هو 1 Kg

9. ما هو عزم القصور الذاتي وكيف يتشابه مع الكتلة ؟
يعد عزم القصور الذاتي مقياسًا لممانعة الجسم لتغيير حالته الحركية الدورانيّة بينما الكتلة مقياس لمُمانعة الجسم لتغيير حالته الحركية الانتقالية

10. على ماذا يعتمد عزم القصور الذاتي ؟
يعتمد على الكتلة (m) و كذلك يعتمد على توزيع كتلة الجسم حول محور الدوران .

11. هل يزداد أم ينقص عزم القصور الذاتي لجسم ما كلما زادت المسافة ما بين كتلة الجسم و محور دورانه ؟
يزداد عزم القصور الذاتي لهذا الجسم بازدياد المسافة

12. أذا كان لديك قلم رصاص تم تدويره حول ثلاث محاور . المحور الاول على طول قلم الرصاص . المحور الثاني يقع بشكل عامودي على منتصف قلم الرصاص . المحور الثالث يقع بشكل عامودي عند احد طرفي قلم الرصاص. رتب مقدار عزم القصور الذاتي للقلم عند دورانه حول كل محور من الاقل الى الاعلى ؟



يكون مقدار عزم القصور الذاتي أقل ما يمكن عندما يكون محور الدوران على طول محور قلم الرصاص ثم عندما يدور حول المحور العامودي على منتصفه و أكبر ما يمكن عندما يدور حول المحور العامودي الذي يقع عند احد طرفيه .

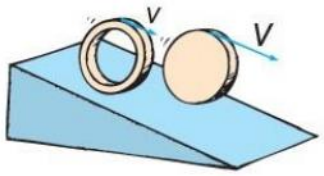
13. متى تكون أرجحة مضرب بايسبول أسهل ، عند مسكه من الطرف الرفيع أم عند مسكه من الطرف السميك ؟

ستكون عملية أرجحة المضرب أسهل عند مسكه من الطرف السميك حيث سيكون عزم القصور الذاتي أقل ما يمكن .

14. لماذا يقوم عدائين المسافات القصيرة بثني ارجلهم عند الانطلاق في المسابقات ؟

ثني الارجل يجعل كتلة الرجل اقرب الى محور دوران الرجل (الذي هو يكون نقطة التقاء اعلى عظم الفخذ مع الحوض) حيث يصبح عزم القصور الذاتي أقل ما يمكن .

15. آي من الاشكال التالية سيكون له أكبر تسارع عند الحركة بشكل دوراني على سطح مائل ، قرص دائري مصمت أم حلقة رقيقة ؟



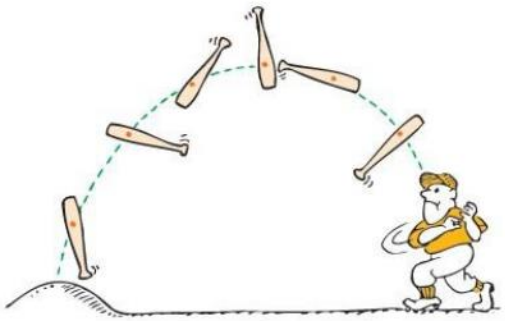
القرص الدائري المصمت له عزم قصور ذاتي أقل من الحلقة الرقيقة و بالتالي سيكون تسارعه أكبر اثناء الادوران الى اسفل السطح المائل

16. كيف يؤثر العزم على الاجسام ؟
يعمل العزم على تغيير الحركة الدورانية للاجسام

17. ما هو المقصود بمصطلح (ذراع القوة – Lever arm)؟
هي أقصر مسافة ما بين خط تأثير القوة و محور الدوران

18. للاجسام المتزنة كيف نقارن ما بين العزم باتجاه الساعة و العزم عكس اتجاه عقارب الساعة ؟
للاجسام المتزنة يكون العزم باتجاه عقارب الساعة و العزم عكس اتجاه عقارب الساعة متساوي في المقدار .

19. عند رمي عصا بيسبول في الهواء سيبدوا انها تتأرجح (تدور) في كل مكان . على وجه التحديد ، حول آي مكان ستتمايل العصا ؟



ستدور العصا حول مركز كتلتها

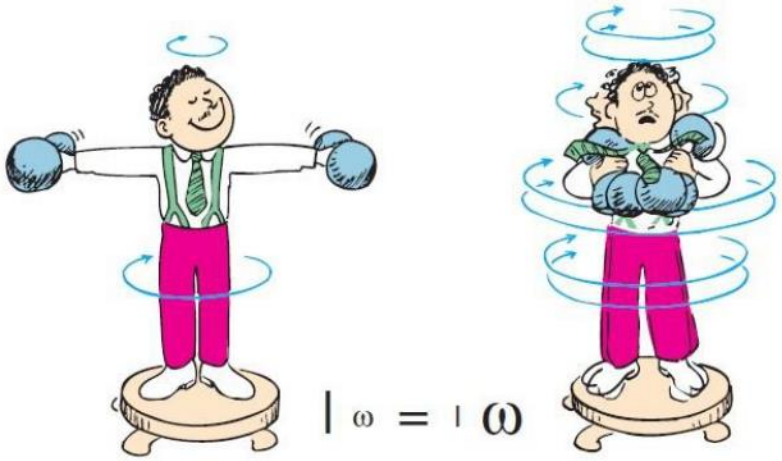
20. أين يقع مركز الكتلة لعصاة بيسبول ؟

سيقع مركز الكتلة لعصاة البيسبول تقريبا في منتصف العصا و اقرب للطرف السميك منها .

21. اين يقع مركز الكتلة لكرة قدم مجوفة ؟
سيقع مركز كتلتها في مركز الكرة

22. ما هو الفرق ما بين الزخم الخطي و الزخم الزاوي ؟
الزخم الخطي للاجسام التي تتحرك بخط مستقيم بينما الزخم الزاوي للاجسام التي تتحرك حركة دورانية .

23. رجل يقف على طاولة تدور يداه ممدودتان قام بضم يداه اليه بحيث انخفض عزم قصوره الذاتي الى النصف. كم سيتغير زخمه الزاوي و كم سيزداد معدل دورانه ؟



الزخم الزاوي سيبقى كما هو بينما سيتضاعف معدل دورانه (ستزداد سرعته الزاوية)

24. للقيام بشد صامولة تحتاج الى قوة مقدارها 80 N تؤثر على طرف مفتاح شد الصواميل عند مسافة تساوي 0.25 m من محور الدوران (مركز الصامولة) :

a. ما هو مقدار العزم المؤثر

$$\text{Torque} = \text{force} \times \text{lever arm} = (0.25\ \text{m})\ (80\ \text{N}) = 20\ \text{N·m}.$$

b. اذا قمت بتحريك يدك باتجاه مركز الدوران بحيث تقع على بعد 0.1 m من مركز دوران المفتاح ، ما مقدار القوة التي يجب التأثير فيها حتى يتم تحقيق نفس العزم في الفرع (a)

القوة تساوي 200 N

$$\text{Force} = 200\ \text{N. Then } (200\ \text{N})(0.10\ \text{m}) = 20\ \text{N·m}.$$

c. هل تعتمد الاجابات على اتجاه تأثير القوة التي تبذلها يدك بالنسبة لاتجاه ذراع المفتاح

نعم . الاجابات اعلاه مبنية على أن القوة تؤثر بشكل عامودي على ذراع المفتاح . لو كانت القوى تؤثر بزاوية على ذراع المفتاح لكان هنالك حاجة لقوة أضافية للحصول على نفس مقدار العزم لشد البراغي و الصواميل

25. اذا كان لديك مسطرة مترية تستطيع تثبيتها بيديك بواسطة مقابض (كما في الشكل المجاور) عند النقطة 0 cm ، يتم وضع كتل مختلفة تتدلى عند نقاط على طول المسطرة بحيث تبقى المسطرة بوضع افقي . اذا وضعت كتلة مقدارها 1 kg عند المسافة 50 cm ، ما هو مقدار العزم الاضافي المؤثر عند تعليق الكتلة عند المسافة 75 cm و عند المسافة 100 cm ؟

الكتلة 1 kg تزن 10 N تقريبا و عند المسافة 50 cm يكون العزم

$$10\ \text{N} \times 0.5\ \text{m} = 5\ \text{N·m}.$$

عند المسافة 75 cm يكون العزم

$$10\ \text{N} \times 0.75\ \text{m} = 7.5\ \text{N·m}$$

وسيكون مقداره 1.5 ضعف العزم عند المسافة 50 cm (7.5 / 5 = 1.5)

و عند المسافة 100 cm يكون العزم

$$10\ N \times 1.0\ m = 10\ N{\cdot}m$$

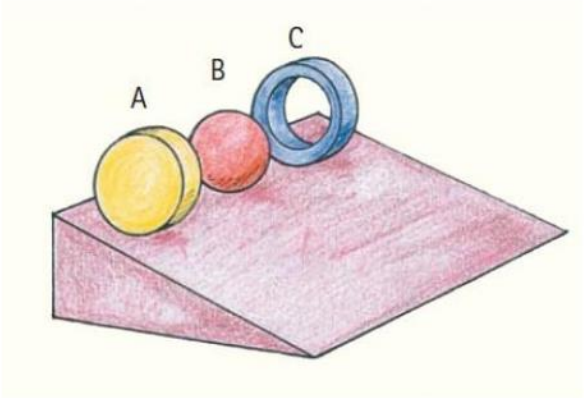
و سيكون مقداره ضعفي العزم عند المسافة 50 cm (10/5 = 2)

26. متزلجة على الجليد تدور بسرعة زاوية مقدارها 2π rad/s قامت بضم يديها بحيث انخفض عزم قصورها الذاتي الى 1/3 مما كان عليه ، كم ستصبح سرعتها الزاوية ؟

ستزداد سرعتها الزاوية بمقدار 3 اضعاف وذلك بسبب حفظ الزخم الزاوي

$$I\omega_{before} = I\omega_{after}$$
$$I\omega_{before} = [(1/3)I(3\omega)]_{after}$$

27. رتب الاجسام التالية (انظر الشكل المرفق) حسب من يصل اسرع الى أسفل السطح المائل

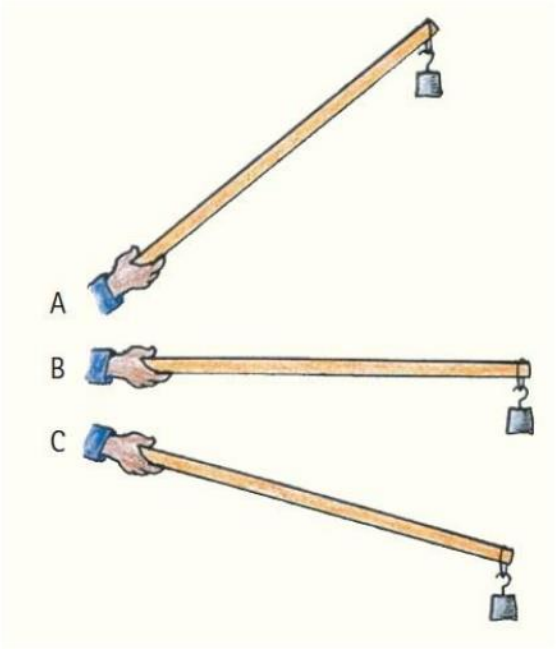


B يصل اولا

A يصل ثانيا

C يصل اخيرا

28. اذا قمت بحمل المسطرة المترية المعلق بنهايتها كتلة كما في الشكل المرفق . رتب الحالات الثلاث حسب العزم المطلوب لابقاء العصا ثابتة كما هي من الاعلى الى الاقل



الاعلى B

الاوسط C

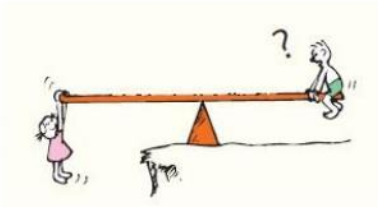
الاقل A

29. يشاهد طائر الفلامينكوا كثيرا يقف على رجل واحدة ورافعا رجله الاخرى (انظر الصورة المرفقة) . ماذا تستطيع القول عن مركز كتلته ؟

رجل الطائر تقع مباشرة اسفل مركز كتلة الطائر

30. هل من الممكن أن تنتج قوة عزماً بدون وجود ذراعا للقوة ؟
كلا لا يمكن وذلك بسبب تعريف العزم حيث يتطلب وجود قوة و ذراع للقوة للحصول على عزم

31. هل يتغير العزم الكلي في لعبة السيسو عندما يقف زميلك في اللعبة او يتدلى من ذراعيه بدلا من الجلوس (أنظر الشكل المرفق)؟ هل يتغير ذراع القوة أو يتغير وزن زميلك ؟



ذراع القوة سيكون هو نفسه سواء وقف زميلك على قدميه أم تدلى من يديه .الوزن وذراع القوة كذلك لا يتغيران .

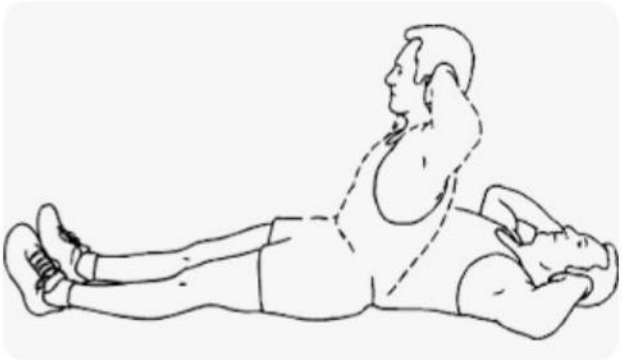
32. عندما تؤثر قوة ما في مركز كتلة جسم ما هل سيتولد عزم لهذه القوة حول مركز كتلة الجسم ؟
لا يتولد عزم لهذه القوة وذلك لان ذراع القوة يساوي صفر

33. في لعبة البولينغ عندما تغادر كرة البولينغ يدك فأنها لا تكون تدور ، لكن بمجرد ان تلامس المسار المخصص لها على ارضية اللعبة تبداء بالدوران . علل ذلك ؟
السبب في دوران كرة البولينغ عند ملامستها للمسار يعود الى قوة الاحتكاك التي تسبب عزم يؤدي الى دوران الكرة

34. عند ركوب باص على طريق وعر (مليئ بالمطبات) أو طائرة تتعرض لكثير من المطبات الهوائية أو سفينة في بحر هائج فأنه يفضل الجلوس بالقرب من مركز الكتلة للباص ، الطائرة و السفينة ؟

عند اهتزاز الباص بسبب حركته على الطريق المايئ بالحفر و المطبات سيؤدي ذلك دورانه جزئيا حول مركز الكتلة و الذي يقع تقريبا في منتصف الباص و كلما جلست بعيدا عن مركز الكتلة كلما أدى ذلك الى الصعود و الانخفاض أكثر (تأثير دوراني أكثر) كما في لعبة السيسو . و كذلك الامر بالنسبة لحركة الطائرة في المطبات الهوائية و السفينة في المياه الهائجة .

35. أيهما اصعب القيام بتمرين المعدة مع ارجل ممدودة أم مع ركب مثنية ؟



القيام بتمرين المعدة و الارجل ممدودة اصعب بكثير وذلك بسبب أن مركز كتلة الجسم يصبح بعيدا جدا عن مركز دوران الجسم

36. اين يقع مركز الكتلة للغلاف الجوي للكرة الارضية ؟
الغلاف الجوي للكرة الارضية عو عبارة عن قشرة كروية الشكل اشبه ما يكون لكرة السلة وبالتالي سيكون مركز كتلة الغلاف الجوي هو مركز كتلة الارض

37. جلس أحمد في منتصف طاولة دائرية تدور حول محور ثابت ، عندما بدأت الطاولة بالدوران بداء أحمد بالزحف باتجاه حافة الطاولة الخارجية . هل يزداد ، يقل أم يبقى ثابتا معدل دوران الطاولة (السرعة الزاوية للطاولة) كلما تحرك أحمد نحو حافة الطاولة ؟
كلما زحف احمد باتجاه الحافة الخاجية للطاولة كلما زاد عزم القصور الذاتي للنظام (النظام هو احمد و الطاولة) و بسبب حفظ الزخم الزاوي فأن حركة أحمد للخارج ستؤدي الى تقليل السرعة الزاوية للنظام ؟

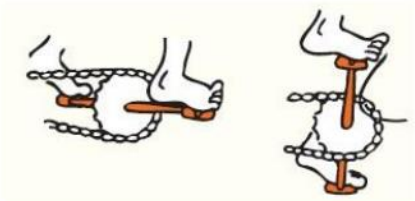
38. فرضا لو تجمع كل سكان العالم على طول خط استواء الكرة الارضية ، كيف سيؤثر ذلك على عزم القصور الذاتي للكرة الارضية و كيف سيؤثر ذلك على طول اليوم ؟
سيزداد عزم القصور الذاتي للكرة الارضية و حسب مبداء حفظ الزخم الزاوي فأن السرعة الزاوية للكرة الارضية ستقل مما يجعل اليوم اطول .

39. فرضا لو تجمع سكان العالم بشكل متساوي عند القطب الشمالي و الجنوبي للكرة الارضية . هل سيبقى طول اليوم 24 ساعة أم يقل أو ينقص ؟
حسب مبداء حفظ الزخم الزاوي كلما اقتربت الكتلة من محور الدوران كلما ازدادت السرعة الزاوية وهكذا ستقل عدد ساعات اليوم عن 24 ساعة

40. لماذا تمتلك طائرات الهيلوكبتر (المروحية) مروحة صغيرة عند ذيل الطائرة (انظر الشكل المرفق) ؟ ماذا يحدث لو تعطلت هذه المروحة ؟

بدون هذه المروحة الصغيرة في مؤخرة الطائرة فأن جسم الطائرة سيدور عكس دوران المروحة الكبيرة أعلى الطائرة بسبب قانون نيوتن الثالث ، هذه المروحة الصغيرة توفر عزم يعمل على الغاء هذا الدوران

41. عند ركوبك لدراجة هوائية (بسكليت) فأن أقصى عزم يكون عندما تكون اذرع البدالات بشكل أفقي ، هذا العزم يكون مقداره صفرا عندما تكون أذرع البدالات بشكل عامودي (أنظر الشكل المرفق) . فسر ذلك ؟

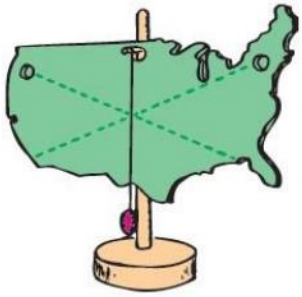


عندما تكون أذرع البدالة في الوضع الافقي تكون ذراع القوة (القوة التي تؤثر فيها الاقدام) موازية لذراع البدالة و تكون الزاوية ما بين القوة و ذراع القوة تساوي $90°$ و عندها يكون عزم القوة أكبر ما يمكن . بينما عندما تكون ذراع البدالة بشكل عامودي تكون الزاوية ما بين القوة و ذراع القوة $0°$ و هنا يكون العزم أقل ما يمكن و يساوي صفرا .

42. هل من الممكن أن يكون جسما ما متزنا اتزانا سكونياً فقط اذا كان ($\sum F = 0$) ؟
حتى يكون الجسم متزنا اتزاناً سكونياً يجب أن يتحقق الشرطان التاليين ($\sum F = 0$) و ($\sum \tau = 0$) .

43. لماذا يفضل راكبوا الدراجات الهوائية عجلات خفيفة الوزن أثناء السباقات ؟
لان العجلات خفيفة الوزن لها عزم قصور ذاتي قليل و بالتالي من الممكن زيادة السرعة بشكل أعلى .

44. أين يقع مركز الكتلة للشكل المرفق (الجسم غير منتظم) و كيف يمكن تحديد مكانه بدقة ؟



يقع مركز الكتلة عند نقطة ما على الخط العامودي المرسوم من عند نقطة التعليق . يمكن تحديد مركز الكتلة بدقةعلى الخط العامودي من خلال تعليق الجسم من نقطة اخرى بشكل حر و من ثم رسم خط عامودي اخر ، ستكون نقطة تقاطع الخطين هي مركز كتلة الجسم بشكل دقيق .

45. هل من الممكن أن يقع مركز كتلة جسم في مكان لا يوجد فيه كتلة (خارج شكله الهندسي) . اعطي مثالً على ذلك ؟

نعم من الممكن أن يتواجد مركز كتلة جسم في نقطة لايوجد فيها كتلة مثل اللاعب الذي يقفز فوق الزانة (أنظر الشكل المرفق) وكذلك لعبة العقفة المرتدة (أنظر الشكل) .