إذا وضعت كرة على سطح الأرض فإنها تبقى ساكنة في مكانها ولا تتحرك، وكذلك الكتاب الموجود على مكتبك، يبقى ساكنًا ما لم ترفعه بيدك. وإذا تركت الكتاب بعد رفعه فإن قوة الجاذبية الأرضية تسحبه في اتجاه الأسفل. تلاحظ في كل حالة من الحالات السابقة أن حركة الكرة أو الكتاب تغيرت بفعل مؤثر سحب أو دفع. أي أن الأجسام تتسارع أو تتباطأ أو تغير اتجاه حركتها فقط عندما يؤثر فيها مؤثر سحب أو دفع. إن هذا المؤثر الذي يعمل على تغيير حركة الأجسام يُطلق عليه اسم القوة Force. ويبين الشكل ١ أنه عندما تقذف كرة جولف فإنك تؤثر فيها بقوة، فتتسارع الكرة مبتعدة عن المضرب. وتعمل القوة كذلك على تغيير اتجاه حركة الكرة؛ فبعد أن تغادر الكرة المضرب ينحني مسارها إلى أسفل لتعود ثانية إلى الأرض بتأثير قوة الجاذبية الأرضية التي تسحب الكرة إلى أسفل وتغير اتجاه حركتها. وعندما تصطدم الكرة بالأرض تؤثر فيها الأرض بقوة فتوقفها. جمع القوى من الممكن أن تؤثر أكثر من قوة في جسم ما. فعلى سبيل المثال، إذا أمسكت مشبك ورق بيدك بالقرب من مغناطيس فإن المشبك يتأثر بقوتك وقوة جذب المغناطيس وقوة الجاذبية الأرضية. يسمى مجموع القوى المؤثرة في جسم ما القوة المحصلة Net Force. إن القوة المحصلة هي التي تحدد كيفية تغير حركة جسم عندما تؤثر فيه أكثر من قوة. وعندما تتغير حركة الجسم فإن سرعته المتجهة تتغير أيضا؛ والآن كيف تجمع القوى لتعطي القوة المحصلة؟ إذا كانت القوى في اتجاه واحد فإنها تجمع معًا لتكوّن القوة المحصلة. أما إذا أثرت قوتان في اتجاهين متعاكسين فإن القوة المحصلة تساوي الفرق بينهما، القوى المتزنة وغير المتزنة من الممكن أن تؤثر قوة في جسم ما، ولا تُسبب تسارعه إذا ألغت قوى أخرى دفع أو سحب القوة الأولى. إذا كنت تدفع بابًا بقوة، وكان زميلك يدفع الباب نفسه بقوة مماثلة في الاتجاه المعاكس فلن يتحرّك الباب؛ وتُلغي إحداهما أثر الأخرى. فإذا أثرت قوتان أو أكثر في جسم وألغى بعضها أثر بعض، ولم تحدث تغييرًا في السرعة المتجهة للجسم فإن هذه القوى تسمى قوى متزنة Balanced Forces. وفي هذه لحالة تكون القوة المحصلة صفرًا. أما إذا لم تكن القوة المحصلة صفرًا تكون القوى قوّى غير متزنة Unbalanced Forces. وفي هذه الحالة لا تلغي القوى بعضها أثر بعض، لو أنك دفعت كتابًا على سطح طاولة أو على أرض الغرفة فإنه ينزلق، وكذلك لو ضربت كرة جولف فإنها تصطدم بالأرض وتتدحرج، ويبدو من هذين المثالين أن أي جسم تحرّكه يتوقف بعد فترة. وربما تستنتج من ذلك أنه يلزم أن نؤثر بقوة وبصورة مستمرة في أي جسم نريد أن يستمر في حركته. وهذا الاستنتاج في الواقع غير صحيح. عطت أفكار جاليليو العالم الإنجليزي نيوتن (١٧٢٧-١٦٤٢ م) فهمًا أفضل طبيعة الحركة؛ فقد فسر نيوتن حركة الأجسام في ثلاثة قوانين، صف لق أول لن رك عنا تك القوة المحلة المؤ وينص القانون الأول لنيوتن في الحركة Newton's First Law of على أنه إذا كانت القوة المحصلة المؤثرة في جسم ما تساوي صفرًا ف t وإذا كان الجسم متحركًا فإنه يبقى متحركًا في خط مستقيم بسرعة ثابتة. أدرك جاليليو أيضًا أن حركة جسم ما لا تتغير حتى تؤثر فيه قوة غير متزنة. وأنت ترى يوميًّا أجسامًا متحركة تتوقف. فما القوة التي أدت إلى إيقافها؟ إن القوة لمسؤولة عن ذلك ـ والتي تجعل جميع الأجسام تقريباً تتوقف عن الحركة ـ هي كما هو مبين في الشكل ٣. لا ترى جسمًا يتحرك بسرعة متجهة ثابتة، إلا مع وجود قوة محصلة تؤثر فيه باستمرار. كما تؤثر قوة الاحتكاك أيضًا في الأجسام التي تنزلق أو تتحرك خلال مواد، وعلى الرغم من وجود عدة أشكال لقوة الاحتكاك إلا أنها تشترك جميعًا في أنها عمل على مقاومة انزلاق جسم يتحرك على سطح جسم آخر. حرّك يدك فوق سطح الطاولة، إن قوة الاحتكاك تعمل دائمًا على إنقاص سرعة الأجسام لمتحركة. إن فهم الحركة استغرق وقتًا طويلًا؛ منها: عدم إدراك الناس سلوك الاحتكاك، وقد اعتقدوا أن الحالة الطبيعية للأجسام هي السكون؛ لأن الأجسام المتحركة تتوقف في النهاية، وأنه لاستمرار حركة جسم فإنه يلزم التأثير فيه بقوة سحب أو دفع بشكل مستمر، وعند توقف القوة عن التأثير فإن الجسم يتوقف. أدرك جاليليو أن الحركة المستمرة حالة طبيعية للأجسام، وأن الاحتكاك هو المسؤول عن نقصان سرعة جسم متحرك مسيبًا توقفه في النهاية، وأنه للمحافظة على استمرار حركة جسم لا بد من التأثير بقوة للتغلب على تأثيرات قوة الاحتكاك. وإذا أمكن إزالة قوة الاحتكاك فإن الجسم المتحرك يبقى متحركًا بسرعة ثابتة، الاحتكاك السكوني إذا حاولت تحريك جسم ثقيل، كثلاجة مثلاً، فستُلاحظ أنها لا تتحرك في البداية، ولكن إذا زدت من قوة دفعك أكثر فأكثر فستجدها قد بدأت تتحرك فجأة. عندما بدأت تدفع الثلاجة في البداية كانت قوة دفعك وقوة الاحتكاك بين الثلاجة والأرض متعاكستين، ويُسمّى نوع الاحتكاك الذي يمنع الأجسام من الحركة إذا أثرتْ فيها قوةٌ الاحتكاكَ السكونيَّ. بنشأ الاحتكاك السكوني عن تجاذب الذرات على السطوح المتلامسة، وهذا يسبّب التصاق هذه السطوح عند تلامسها. وتزداد قوة الاحتكاك هذه مع ازدياد خشونة السطحين المتلامسين، وازدياد وزن الجسم المراد تحريكه. ولكي تحرك الجسم عليك أن تبذل يتحرك القرص في خط مستقيم ولكنه سيتباطا ثم يتوقف بسبب الاحتكاك. قوة كافية لكسر الروابط التي تعمل على تلاصق السطحين المتلامسين معًا. الاحتكاك الانزلاقي (الديناميكي) في الوقت الذي تعمل فيه قوة

lakhasly.com © تم تلخيص النص بواسطة موقع لخصلي

الاحتكاك السكوني على منع الجسم الساكن من الحركة، تعمل قوة الاحتكاك الانزلاقي على تقليل سرعة الجسم المنزلق. فإذا دفعت جسمًا على أرضية غرفة فسوف يؤثر الاحتكاك الانزلاقي فيه في عكس اتجاه حركته. وإذا توقّفت عن دفعه فسيؤدي الاحتكاك الانزلاقي إلى توقّف الجسم عن الحركة، ولكي يستمر الجسم في حركته عليك الاستمرار في دفعه. ويعود سبب الاحتكاك الانزلاقي إلى خشونة السطوح المتلامسة، كما هو موضّح في الشكل ٥. وتميل السطوح إلى الالتصاق بعضها ببعض في مواقع تلامسها. وعندما ينزلق سطح فوق آخر تتكسّر الروابط بين السطحين، وتتشكّل روابط أخرى جديدة، وهذا ما يُسبّب الاحتكاك الانزلاقي. ويجب بذل قوة لتحريك سطح خشن على سطح خشن آخر. الاحتكاك التدحرجي عندما تقود دراجة أو تنطلق فوق لوح تزلج فإن سرعتك تتناقص بسبب تأثير نوع آخر من قوة الاحتكاك؛ يسمى الاحتكاك التدحر جي، ينتج عندما يدور جسم فوق سطح. وفي مثال الدراجة يكون الاحتكاك التدحرجي بين إطارات الدراجة والأرض، كما يوضّح الشكل ٦، مما يؤدي إلى إبطاء حركة الدراجة. وعادة تكون قوة الاحتكاك التدحرجي أقل كثيرًا من قوة الاحتكاك الانزلاقي لسطحين نفسيهما. وهذا يُفسّر سهولة تحريك صندوق فوق عجلات، يكون الاحتكاك التدحرجي بين الإطارات والأرض أقل من قوة الاحتكاك الانزلاقي بين الصندوق والأرض. أو توقفها، أو تغير اتجاهها. أيّهما أسهل: إيقاف عربة ممتلئة أم فارغة، كما هو موضح في الشكل ٧؟ يحدث التسارع للجسم في كل لحظة تزداد فيها سرعته أو تقل أو يتغير اتجاه حركته. وينص القانون الثاني لنيوتن في الحركة Newton's Second Law of على أن تسارع جسم ما يساوي ناتج قسمة محصلة القوة المؤثرية lan على كتلته، ويحسب تسارع لجسم باستخدام العلاقة الآتية: التسارع (م/ ث") = ـ القوة المحصلة (نيوتن) الكتلة (كجم) وحدات القوة تقاس القوة بوحدة تسمى "نيوتن" . ووحدة التسارع (م/ ث)؛ لذا فإن ١ نيوتن يساوي ١ كجم. م/ ث". ويُعرّف ١ نيوتن بأنه مقدار القوة المحصلة التي إذا أثرت في جسم كتلته ١ كجم أكسبته تسارعًا مقداره ١م/ ث". لجاذبية تعتبر قوة الجاذبية من أكثر القوى المألوفة لديك. فعندما تنزل تلًا بدراجتك أو بزلاجة، أو تقفز داخل بركة فإن قوة الجاذبية الأرضية تسحبك باستمرار إلى سفل. وقوة الجاذبية تجعل الأرض تدور حول الشمس، كما تجعل القمر يدور حول الأرض. ما الجاذبية؟ هناك قوة جاذبية بين أي جسمين تسحب الأجسام بعضها في تجاه بعض. وتعتمد قوة الجاذبية على كتلة كل من الجسمين، فتزداد بازدياد كتلتيهما وتنقص بنقصانها. كما تعتمد قوة الجاذبية على البعد بين الجسمين، فكلما زاد البعد تضعف هذه القوة ولكنها لا تنعدم. فمثلًا هناك تجاذب بين جسمك والأرض، وكذلك بين جسمك والشمس. ورغم أن كتلة الشمس أكبر كثيرًا من كتلة الأرض إلّا أنه بسبب بعدها الكبير تكون قوة جذبها لجسمك ضعيفة جدًّا، في حين أن قوة جذب الأرض لجسمك تفوق قوة جذب الشمس له بمقدار ١٦٥٠ ضعفًا. لوزن ما الذي يقيسه الميزان المنزلي عندما تقف عليه؟ إنه يقيس وزنك ويظهره لك مرتبطا بالكتلة. ووزن Weight جسم ما هو مقدار قوة الجذب المؤثرة فيه. إن وزنك على سطح الأرض يساوي قوة الجذب بينك وبين الأرض، ويحسب الوزن على سطح الأرض باستخدام المعادلة التالية: الوزن (نبوتن) = الكتلة (كجم) X تسارع الجاذبية الأرضية (م/ث") ما الجاذبية؟ هناك قوة جاذبية بين أي جسمين تسحب الأجسام بعضها في اتجاه بعض. وتعتمد قوة الجاذبية على كتلة كل من الجسمين، فتزداد بازدياد كتلتيهما وتنقص بنقصانها. كما تعتمد قوة الجاذبية على البعد بين الجسمين، فكلما زاد البعد تضعف هذه القوة ولكنها لا تنعدم. فمثلًا هناك تجاذب بين جسمك والأرض، وكذلك بين جسمك والشمس. ورغم أن كتلة الشمس أكبر كثيرًا من كتلة الأرض إلا أنه بسبب بعدها الكبير تكون قوة جذبها لجسمك ضعيفة جدًا، في حين أن قوة جذب الأرض لجسمك تفوق قوة جذب الشمس له بمقدار ١٦٥٠ ضعفًا. إن وزنك على سطح الأرض يساوي قوة الجذب بينك وبين الأرض، ويحسب الوزن على سطح الأرض باستخدام المعادلة التالية: الوزن (نيوتن) = الكتلة (كجم) x تسارع الجاذبية الأرضية (م/ ث٢) و = ك ٩, ٨ x م/ ث٢ أما الكتلة ٥,٩ فهي مقدار ما في الجسم من مادة، وتقاس بالكيلوجرام. وكتلة جسم ما ثابتة لا تتغير بتغير المكان، فمثلاً كتاب كتلته ١ كجم على سطح الأرض له الكتلة نفسها على سطح المريخ أو في أي مكان آخر. أما وزن الكتاب على الأرض فيختلف عن وزنه على المريخ؛ حيث يؤثر الكوكبان بقوتي جذب مختلفتين في الكتاب نفسه. استخدام القانون الثاني لنيوتن ستخدم هذا القانون في حساب تسارع الجسم، وبمعرفة تسارع الجسم يمكن تحديد التغير في سرعته المتجهة. زيادة السرعة متى يُسبب تأثير قوة غير متزنة في جسم زيادة سرعته؟ عندما تؤثر قوة محصلة في جسم متحرك في اتجاه حركته فإن سرعته تتزايد. فمثلا يبين لشكل ٨ أن القوة تؤثر في اتجاه السرعة المتجهة للزلاجة، وهذا ما يجعل الزلاجة تتسارع، ومن ثم تزداد سرعتها المتجهة. نقصان السرعة إذا أثرت قوة محصلة في جسم في عكس اتجاه حركته فإن سرعته تتناقص. في الشكل ٩ يزداد الاحتكاك بين الزلاجة والثلج عندما يضع الولد قدمه في الثلج، وتكون القوة المحصلة المؤثرة في الزلاجة ناتجة عن قوتي الوزن والاحتكاك. مما يسبب نقصان سرعة الزلاجة. فيكون التسارع هو: ٥ نيوتن ت ك ـ ١٠ كجم =٠, ٥

lakhasly.com © تم تلخيص النص بواسطة موقع لخصلي

م / ث٢ سيبقى الصندوق متسارعًا بالمقدار نفسه ما دامت القوة المحصلة مؤثرة فيه. الانعطاف عندما لا يكون اتجاه القوة المحصلة المؤثّرة في جسم متحرّك في اتجاه السرعة ولا معاكسًا لها يتحرّك الجسم عبر مسار منحنٍ، بدلاً من الحركة في خط مستقيم عندما تقذف كرة السلة نحو السلة فإنها لا تتحرّك حركة مستقيمة، بل ينحني اتجاه حركتها نحو الأرض، فالجاذبية سحبت الكرة إلى أسفل؛ لذا لا ينطبق اتجاه القوة المحصلة على الكرة مع اتجاه سرعتها. ولهذا تتحرّك الكرة في مسارٍ منحنٍ. بتحرّك الراكب في لعبة الدولاب الدوّار في مدينة الألعاب، في مسار دائري. ويُسمّى هذا النوع من الحركةِ الحركة الدائرية. والجسم المتحرّك في مسار دائري يتغيّر اتجاه حركته باستمرار، ممّا يعني أن الجسم يتسارع باستمرار. ولكي يتحرّك الجسم حركة دائرية بسرعة ثابتة يجب أن تصنع القوة المحصلة المؤثّرة في الجسم زاويةَ قائمة مع سرعته المتجهة. وعندما يتحرّك الجسم حركة دائرية فإن القوة المحصلة المؤثّرة في الجسم تُسمّى عندئذ القوةَ المركزية، ويكون اتجاه القوة المركزية في اتجاه مركز المسار الدائري. حركة القمر الاصطناعي الأقمار الاصطناعية أجسام تدور حول الأرض. حيث تؤثّر في القمر باستمرار نحو الأرض، وتُعد الأرض مركز مدار القمر الاصطناعي. والسؤال هو لماذا لا يسقط القمر الاصطناعي على الأرض كما تسقط كرة البيسبول؟ في الواقع يكون القمر الاصطناعي في حالة سقوط نحو الأرض، مثل كرة البيسبول تمامًا. افترض الآن أن الأرض مستوية تمامًا، وتخيّل أنك تقذف كرة بيسبول بصورة أفقية. إن الجاذبية الأرضية سوف تؤثّر في الكرة وتجذبها نحوها، لذلك ستتحرّك في مسار منحن فتسقط على الأرض. والآن افترض أنك قذفت الكرة بسرعة أكبر. متنطلق الكرة وتتحرّك في مسار منحنٍ وتسقط ثانية على الأرض، إلاّ أن مكان سقوط الكرة في هذه المرّة سيكون أبعد من مكان سقوطها في الحالة الأولى. وكلما زادت سرعة انطلاق الكرة زاد بعد مكان سقوطها. ولنفترض أن سرعة نطلاقها كانت كبيرة جدًّا بحيث لم تجد مكانًا على الأرض لتسقط فيه، فماذا يحدث؟ عندئذ لن تصطدم لكرة بالأرض وبدلاً من ذلك ستواصل الكرة عملية سقوطها عن طريق الدوران حول الأرض، كما في الشكل ١١ . غير أن الفرق بينهما أن السرعة الأفقية للقمر الاصطناعيّ كبيرة جدًا مما يجعل انحناء مساره إلى أسفل مساويًا لانحناء سطح الأرض، فيستقر القمر الاصطناعي في مدار ثابت حول الأرض ولا يسقط إلى أسفل. أو ٢٩٠٠٠ كم/س. وذلك لوضع قمر اصطناعي في مداره، كما نحتاج إلى صواريخ لرفعه إلى الارتفاع المطلوب، ثم إكسابه السرعة التي تمكّنه من البقاء في مداره حول الأرض. مقاومة الهواء لعلك شعرت بدفع الهواء لك عندما تركض أو تركب دراجة، إن هذا الدفع يسمى مقاومة الهواء؛ وهو شكل من أشكال الاحتكاك الذي يؤثّر في الأجسام المتحرّكة في الهواء، وتزداد قوة احتكاك الهواء-التي يُطلق عليها أحيانًا مقاومة الهواء- بازدياد سرعة الجسم، كما أنها تعتمد أيضًا على شكل الجسم؛ فقطعة الورق المطوية تسقط بسرعة أكبر من سقوط ورقة منبسطة. وتزداد سرعته باستمرار، وفي الوقت نفسه تزداد قوة مقاومة الهواء له. وفي النهاية تصبح قوة مقاومة الهواء نحو الأعلى كبيرة بما يكفي لكي تتساوى مع قوة الجاذبية نحو الأسفل. وعندما تُصبح مقاومة الهواء مساوية للوزن تصبح القوة المحصلة المؤثّرة في الجسم صفرًا. ووفق القانون الثاني لنيوتن، يصبح تسارع الجسم صفرًا أيضًا. لذا لن يكون هناك تزايد في سرعة الجسم، وعندما تكون مقاومة الهواء نحو الأعلى مساوية لقوة الجاذبية نحو الأسفل يسقط الجسم بسرعة ثابتة، وتُسمّى هذه السرعة الثابتة السرعة الحدّية. قوة الفعل وقوة رد الفعل بفسّر القانونان الأول والثاني لنيوتن الكيفية التي تتغيّر بها حركة جسم ما. فإذا كانت القوى المؤثرة في الجسم متزنة، فإنه إن كان ساكنًا يبقى ساكنًا، وإن كان متحرّكًا استمر في حركته بسرعة متجهة ثابتة. أمّا إذا كانت القوى غير متزنة فسوف يتسارع الجسم في اتجاه القوة المحصّلة. ويُستفاد من القانون الثاني لنيوتن في حساب تسارع الجسم، أو التغيّر في حركته، عندما تكون القوة المحصلة المؤثرة فيه معروفة. أمّا القانون الثالث لنيوتن فيصف لنا شيئًا آخر يحدث عندما يؤثّر جسم بقوة في جسم آخر. افترض أنك تدفع حائطًا بيدك، فقد تندهش إذا علمت أن الحائط يدفعك أيضًا. ،Newton's Third Law of Motion فوفقًا للقانون الثالث لنيوتن في الحركة تؤثر القوى دائمًا في صورة أزواج متساوية مقدارًا ومتعاكسة اتجاهًا، فعندما تدفع الحائط بقوة ما فإن الحائط يدفعك بقوة مساوية لقوتك. كما يُبيّن الشكل ١٢. كثيرًا ما يُطلق عليها اسم أزواج الفعل ورد الفعل. وقد يتبادر إلى ذهنك أنه بما أن قوة الفعل مساوية لقوة رد الفعل في المقدار، ومعاكسة لها في الاتجاه، أي أن محصلتهما تساوي صفرًا. إلا أنه في الواقع لا تلغي إحداهما الأخرى؛ وقد تُلغي القوى بعضها بعضًا إذا كانت تؤثّر في جسم واحد. نعلى سبيل المثال، وتصادمت مع زميلك لذي يقود سيارة أخرى، كما في الشكل ١٣. عندما تصطدم السيارتان تدفع سيارتك السيارة الأخرى بقوة، ومعاكسة لها في الاتجاه. وكذلك الحال عندما تقفز، فتدفعك الأرض إلى أعلى بقوة مساوية لقوتك، وهذه القوة هي التي تُمكّنك من القفز. كما يوضّح الشكل ١٥ أمثلة أخرى على قوانين نيوتن في الحركة لبعض الأحداث الرياضية. الربط مع تمثل حركة الطيور في أثناء تحليقها القانون الثالث لنيوتن، فهي تدفع الهواء بجناحيها إلى الخلف وإلى أسفل. ووفقًا للقانون

lakhasly.com © تم تلخيص النص بواسطة موقع لخصلي

الثالث لنيوتن، يدفع الهواء الطائر في عكس الاتجاه أي إلى الأمام وإلى أعلى. وتُبقي هذه القوةُ الطائرَ محلّقًا في لهواء. لا يكون من السهل ملاحظة آثار قوتي الفعل ورد الفعل؛ لأن أحد الجسمين ذو كتلة كبيرة، أي يكون قصوره كبيرًا جدًا، لذا فإنها تتسارع قليلاً. وخير مثال على ذلك عندما تمشي إلى الأمام على سطح الأرض، فإنك تدفعها إلى الخلف، فتدفعك الأرض نحو الأمام. فكتلة الأرض كبيرة جدا بالمقارنة بكتلتك؛ لذا عندما تدفع الأرض بقدمك فإن تسارعها يكون صغيرًا جدًّا، وهذا التسارع من الصغر، بحيث لا يمكن ملاحظة التغيّر في حركة الأرض في أثناء السير. إطلاق الصواريخ إن عملية إطلاق مكوك الفضاء مثال واضح على القانون الثالث لنيوتن؛ حيث تولد محرّكات الصاروخ الثلاثة القوة التي يُطلق عليها اسم قوة الدفع، فعندما يشتعل الوقود تتولد غازات ساخنة، فتصطدم جزيئات الغاز بجدران المحرّك الداخلية، كما في الشكل ١٧ ، فتؤثّر الجدران فيها بقوة تدفعها إلى أسفل المحرك. فإن قوة الدفع إلى سفل هي قوة الفعل، أمّا قوة رد الفعل فهي دفع جزيئات الغاز لمحرّك الصاروخ إلى أعلى. وقوة الدفع هذه هي التي تعمل على انطلاق الصاروخ إلى أعلى. لعلك شاهدت صورًا لحركة رواد فضاء يسبحون داخل المكوك الفضائي وهو يدور حول الأرض. إن رواد الفضاء يعانون من حالة انعدام الوزن، كما لو كانت جاذبية الأرض لا تؤثّر فيهم. ومع ذلك فإن قوة جاذبية الأرض للمكوك وهو في مداره تساوي ٩٠٪ من قوة جاذبيتها له وهو على سطح الأرض. تُستخدم قوانين نيوتن في الحركة لتفسير حالة طفو رواد الفضاء، قياس الوزن فكّر في الطريقة التي تقيس بها وزنك. عندما تقف على الميزان تؤثّر فيه بقوة، فيتحرّك مؤشر الميزان ليُبيّن وزنك، كما في لشكل (١٨، وهذه القوة توازن قوة الجاذبية المؤثّرة فيك نحو الأسفل. السقوط الحر وانعدام الوزن افترض الآن أنك تقف على ميزان داخل مصعد يسقط نحو الأسفل. كما يُبيّن الشكل (١٨، الجسم الساقط سقوطًا حرًا هو الجسم لذي يتأثر بقوة واحدة فقط، هي قوة الجاذبية الأرضية. لأن القوة الوحيدة لمؤثّرة في جسمك هي الجاذبية؛ لذا لا يؤثّر الميزان بدفع إلى أعلى في جسمك، وفق القانون الثالث لنيوتن. وجسمك لا يؤثر في الميزان بقوة إلى أسفل، لذلك يُشير مؤشر الميزان إلى الصفر، وتبدو وكأنك عديم الوزن، فانعدام الوزن يحدث في حالة السقوط الحر، في الحقيقة لستّ عديم الوزن في أثناء السقوط الحر؛ لأن الأرض ما زالت تجذب جسمك نحو الأسفل، إلا أن عدم وجود جسم ما كالكرسي يؤثر في جسمك بقوة نحو الأعلى يجعلك تشعر أنك لا وزن لك. انعدام الوزن في المدار لفهم كيفية حركة الأجسام داخل مكوك فضاء يتحرّك في مداره حول الأرض، تخيّل أنك تحمل بيدك كرة داخل مصعد يسقط سقوطًا حرًّا بتسارع يساوي تسارع الجاذبية الأرضية، فإذا تركت الكرة فسوف تلاحظ أنها ستبقى بالنسبة ليك وإلى المصعد في موضعها حيث تركتها؛ لأنها تتحرّك بسرعة تساوي سرعتك وسرعة المصعد. وإذا دفعت الكرة دفعة خفيفة إلى الأسفل، ووفق القانون الثاني لنيوتن سوف يزداد تسارعها، وفي أثناء دفعك لها سيكون تسارع الكرة أكبر من تسارعك أنت والمصعد. وهذا يجعلها تزيد من سرعتها بالنسبة إلى سرعتك والمصعد. وتستمر في حركتها إلى أن تصطدم بأرضية المصعد. يكون المكوك الفضائي في أثناء حركته في مداره حول الأرض في حالة سقوط حر،

lakhasly.com © تم تلخيص النص بواسطة موقع لخصلي