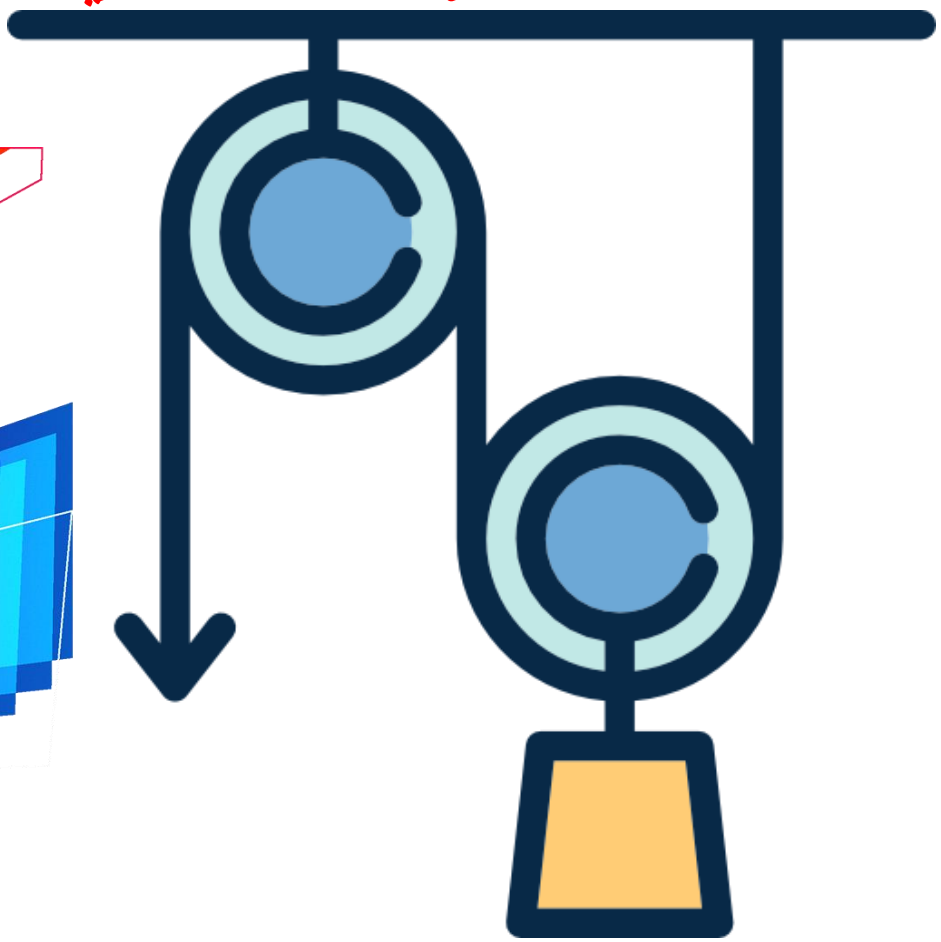
الأوّل الثّانوي العلمي – الفيزياء

الوحدة الأولى: الحركة، والتّحريك



المدرّس: وسيم عبدالله

0938206039 :

الدّرس الأوّل: الحركة

الجمل المرجعيّة وجمل المقارنة:

الجملة المرجعيّة أو الجسم المرجعي: هو جسم لا يتغيّر موقعه بالنّسبة للأرض علينا اختياره عند قياس المسافة بينه وبين جسم آخر.

تصنّف جمل المقارنة بالنّسبة للمراقب إلى:

❶ جملة مقارنة خارجيّة: المراقب الذّي يصف الحركة غير مرتبط بالجسم المتحرّك.

❷ جملة مقارنة داخليّة: المراقب الذّي يصف الحركة مرتبط بالجسم المتحرّك.

نقول عن جسم ما بأنّه متحرّك بالنّسبة لجملة مقارنة إذا تغيّر موضعه عنها بتغيّر الزّمن.

المسافة والفاصلة وشعاع الإزاحة:

المسافة: هي طول المسار الذّي يسلكه الجسم المتحرّك في أثناء حركته بغضّ النّظر عن جهة الحركة، وهي مقدار موجب دوماً، واحدتها المتر.

الفاصلة: تعبير للدّلالة على البعد بين نقطة من المحور الموجّه، ومبدأ الإحداثيّات (O)، وتُقرَن الفاصلة بالإشارة (+) للقياس بالاتّجاه الموجب للمحور، وبالإشارة (-) للقياس بالاتّجاه السّالب للمحور.

شعاع الإزاحة: هو شعاع يتّجه من الموضع الابتدائي إلى الموضع النّهائي للمتحرّك وطويلته تساوي الب مقدار الإزاحة بالقيمة المطلقة.

ملاحظة: مقدار الإزاحة = الفاصلة النّهائيّة – الفاصلة الابتدائيّة

$$AB = x_B - x_A$$

مفهوم السّرعة:

السّرعة الوسطى عدديّاً: هي المسافة المقطوعة مقسومة على الزّمن اللّازم لقطعها.

$$v_{avg} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

السّرعة الوسطى لا تُعطي القيمة الدّقيقة للسّرعة.

السّرعة الآنيّة (اللّحظيّة): هي السّرعة الوسطى عندما يكون التّغيّر في المسافة صغيراً خلال فاصل زمني صغير جدّاً.

$$v = \frac{dx}{dt}$$

تكون سرعة المتحرّك ثابتة القيمة إذا قطع مسافات متساوية خلال فواصل زمنيّة متساوية، ويُلاحظ أنّ الخطّ البياني لتغيّرات المسافة بتغيّر الزّمن في حالة السّرعة الثّابتة هو مستقيم ميله يساوي السّرعة اللّحظيّة وبما أنّها ثابتة القيمة فهي تساوي السّرعة الوسطى.

$$v = v_{avg} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} = const$$

تكون سرعة المتحرّك غير ثابتة القيمة إذا قطع مسافات غير متساوية خلال فواصل زمنيّة متساوية، ويُلاحظ أنّ الخطّ البياني لتغيّرات المسافة بتغيّر الزّمن في حالة السّرعة المتغيّرة ليس مستقيماً.

مفهوم التّسارع:

التّسارع الوسطي a_{avg} بين اللّحظتين t_1 و t_2 تكون فيهما سرعة المتحرّك v_1 و v_2 على التّرتيب يعطى بالعلاقة:

$$a_{avg} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

التّسارع الآني (اللّحظي) a: هو التّسارع الوسطي عندما يكون التّغيّر في السّرعة صغيراً dv خلال فاصل زمني صغير جدّاً dt.

$$a = \frac{dv}{dt}$$

المدرس: وسيم حسان
Wassim Hassan

اختبر نفسي الصّفحة 14:

1. a. 15 **b.** 4 s

c. سرعة الجسم خلال المرحلة Oa سرعة ثابتة لأنّه يقطع مسافات متساوية خلال فواصل زمنيّة متساوية، ويُلاحظ أنّ الخطّ البياني لتغيّرات المسافة بتغيّر الزّمن مستقيم وهي تساوي:

$$v = v_{avg} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{25 - 0}{5 - 0} = 5\ \text{m.s}^{-1}$$

d. سرعة الجسم خلال المرحلة ab معدومة لأنّ الجسم عندها ساكن.

2. المنحني البياني ليس مستقيماً بالتّالي سرعة الجسم متغيّرة.

اختبر نفسي الصّفحة 17 و18 و19:

1. a. الحركة من A إلى C متسارعة.

b. الحركة من C إلى B متباطئة.

c. الشّكل الذّي يعبّر عن تغيّر سرعة الدّولاب في أثناء حركته من A إلى B: هو الشّكل (2)، التّفسير: نلاحظ من الخطّ البياني أنّ السّرعة تتزايد مع مرور الزّمن من A إلى C، ثمّ تتناقص مع مرور الزّمن من C إلى B.

موبايل: 0938206039

.2

الشّكل	الشّكل الأوّل			الشّكل الثّاني			الشّكل الثّالث		
من أجل حركة الجسم	مرحلة A	مرحلة B	مرحلة C	مرحلة A	مرحلة B	مرحلة C	مرحلة A	مرحلة B	مرحلة C
السّرعة	ثابتة	متغيّرة	ثابتة	متغيّرة	معدومة	متغيّرة	ثابتة	متغيّرة	متغيّرة
الحركة	منتظمة	متباطئة	منتظمة	متباطئة	الجسم ساكن	متسارعة	منتظمة	متباطئة	متسارعة

.3 **a.** المسافة التّي قطعها هي:

$$d = 5 + 4 + 5 + 4 = 18\ \text{m}$$

b. شعاع الإزاحة: $\overrightarrow{AD}$.

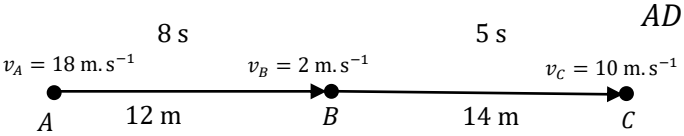
d. حساب المسافة الشّاقوليّة AD:

نحسب ارتفاع الطّابق h (بحسب فيثاغورس):

$$h = \sqrt{5^2 - 4^2} = \sqrt{25 - 16} = \sqrt{9} = 3\ \text{m}$$

$$AD = 2 \times 3 = 6\ \text{m}$$

.4



	المرحلة AB	المرحلة BC
السّرعة الوسطى v_{avg}	$v_{avg} = \frac{12}{8} = 1.5\ \text{m.s}^{-1}$	$v_{avg} = \frac{14}{5} = 2.8\ \text{m.s}^{-1}$
التّسارع الوسطي a_{avg}	$a_{avg} = \frac{v_B - v_A}{\Delta t} = \frac{2 - 18}{8} = -2\ \text{m.s}^{-2}$	$a_{avg} = \frac{v_C - v_B}{\Delta t} = \frac{10 - 2}{5} = 1.6\ \text{m.s}^{-2}$
الحركة	متباطئة	متسارعة

الدّرس الثّاني: الحركة المستقيمة

الحركة المستقيمة المنتظمة:

نقول عن حركة إنّها مستقيمة منتظمة إذا كان مسارها مستقيماً، وحافظت سرعتها على قيمة ثابتة.

التّابع الزّمني للفاصلة في الحركة المستقيمة المنتظمة:

$$\boxed{x = vt + x_0}$$

وهو من الدّرجة الأولى بالنّسبة للزّمن.

x_0: الفاصلة الابتدائيّة (الفاصلة في اللّحظة $t = 0$)

x: الفاصلة في اللّحظة t.

السّرعة ثابتة: $v = const$.

التّسارع معدوم: $a = 0$.

الحركة المستقيمة المتغيّرة بانتظام:

نقول عن حركة إنّها مستقيمة متغيّرة بانتظام إذا كان مسارها مستقيماً، وقيمة سرعتها تتغيّر بمعدّل ثابت بمرور الزّمن، أي أنّ تسارعها ثابت.

التّابع الزّمني للفاصلة وهو تابع من الدّرجة الثّانية بالنّسبة للزّمن:

$$\boxed{x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0}$$

v_0: السّرعة الابتدائيّة (السّرعة في اللّحظة $t = 0$)

التّابع الزّمني للسّرعة اللّحظيّة:

$$\boxed{v = at + v_0}$$

v: السّرعة في اللّحظة t.

التّسارع ثابت: $a = const$.

التّابع اللّازمني:

$$\boxed{v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)}$$

حركة السّقوط الحرّ:

يحدث السّقوط الحرّ إذا ترك الجسم ليسقط بتأثير قوّة ثقله فقط، وسندرسه في حالة السّقوط دون سرعة ابتدائيّة، تكون حركة الجسم عندئذٍ مستقيمة منحاها شاقولي متغيّرة بانتظام يساوي تسارعها تسارع الجاذبيّة الأرضيّة، والذّي تعتبره ثابتاً في منطقة معيّنة.

درس فيزياء

نحصل على توابع حركة السّقوط الحرّ من توابع الحركة المستقيمة المتغيّرة بانتظام باستبدال: x بِـ y، و a بِـ g، و $x_0 = v_0 = 0$:

$$\boxed{y = \frac{1}{2}gt^2}\ ,\ \boxed{v = gt}\ ,\ \boxed{g = const}\ ,\ \boxed{v^2 = 2gy}$$

اختبر نفسي الصّفحة 26 و27 و28:

أوّلاً: 1. حركة الطّائرة متسارعة بانتظام، التّفسير: لأنّ قيمة سرعة الطّائرة تتزايد بانتظام مع مرور الزّمن (مستقيم ميله موجب).
حركة القطار مستقيمة منتظمة، التّفسير: لأنّ قيمة السّرعة ثابتة مع مرور الزّمن (مستقيم أفقي).
حركة السيّارة: متباطئة بانتظام، التّفسير: لأنّ قيمة سرعة القطار تتناقص بانتظام مع مرور الزّمن (مستقيم ميله سالب).

2. الشّكل الصّحيح هو الشّكل (2)، لأنّ قيمة سرعة الكرة تتزايد من النّقطة A إلى النّقطة B، ثمّ تتناقص من النّقطة B إلى النّقطة C.

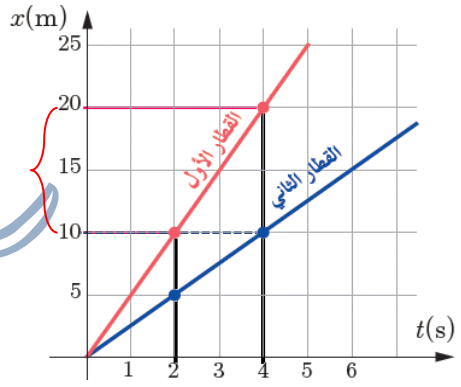
3. $(x - x_0) = 1\ \text{Km} = 1000\ \text{m}$

$$v_0 = 180\ \text{Km/h} = 180 \times \frac{10}{36}\ \text{m/s} = 50\ \text{m/s}$$

لحساب التّسارع نستخدم التّابع اللّازمني:

$$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$$
$$(0)^2 - (50)^2 = 2a(1000)$$
$$-2500 = 2000a \Longrightarrow a = -\frac{2500}{2000} = \boxed{-1.25\ \text{m.s}^{-2}}$$

ثانياً:



القطار الأوّل	القطار الثّاني
بما أنّ سرعته ثابتة فتابع فاصلته: $x_1 = v_1 t + x_0$ وحسب الخطّ البياني: $x_0 = 0$ $v_1 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{20 - 10}{4 - 2}$ $v_1 = 5\ \text{m.s}^{-1}$ فيصبح التّابع الزّمني: $x_1 = 5t$	بما أنّ سرعته ثابتة فتابع فاصلته: $x_2 = v_2 t + x_0$ وحسب الخطّ البياني: $x_0 = 0$ $v_2 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{10 - 5}{4 - 2}$ $v_2 = 2.5\ \text{m.s}^{-1}$ فيصبح التّابع الزّمني: $x_2 = 2.5t$

القطار الأوّل هو الأسرع لأنّ $v_1 > v_2$

ثالثاً: بما أنّ المركبة الأولى تسير على طريق مستقيمة وبسرعة ثابتة فتكون حركتها مستقيمة منتظمة وتابعها:

$$x = vt + x_0$$

من الجدول نجد: $x_0 = 2\ \text{m}$ ولإيجاد قيمة السّرعة نعوّض قيمتين متوافقتين للفاصلة والزّمن مثلاً: $x = 10\ \text{m}, t = 2\ \text{s}$ في التّابع الزّمني فنجد: $10 = 2v + 2 \Longleftarrow \boxed{v = 4\ \text{m.s}^{-1}}$
فيصبح التّابع الزّمني بالشّكل: $x = 4t + 2$
لإيجاد باقي قيم الجدول نعوّض في التّابع السّابق:

$$t = 1\ \text{s} \Longrightarrow x = 4 \times 1 + 2 = \boxed{6\ \text{m}}$$
$$t = 4\ \text{s} \Longrightarrow x = 4 \times 4 + 2 = \boxed{18\ \text{m}}$$
$$t = 6\ \text{s} \Longrightarrow x = 4 \times 6 + 2 = \boxed{26\ \text{m}}$$

الفاصلة (m)	6	18	26
الزّمن (s)	1	4	6

بما أنّ المركبة الثّانية تسير على طريق مستقيمة وبسرعة متغيّرة بانتظام فتكون حركتها مستقيمة متغيّرة بانتظام وتابعها:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$$

من الجدول نجد: $x_0 = 1\ \text{m}$ وبما أنّها انطلقت من السّكون فيكون $v_0 = 0$ ولإيجاد قيمة التّسارع a نعوّض قيمتين متوافقتين للفاصلة والزّمن في التّابع الزّمني مثلاً:

$$x = 3\ \text{m}, t = 1\ \text{s} \Longrightarrow 3 = \frac{1}{2}a + 0 + 1$$
$$\Longrightarrow 2 = \frac{1}{2}a \Longrightarrow \boxed{a = 4\ \text{m.s}^{-2}}$$

فيصبح التّابع الزّمني بالشّكل: $x = 2t^2 + 1$
لإيجاد باقي قيم الجدول نعوّض في التّابع السّابق:

$$t = 4\ \text{s} \Longrightarrow x = 2 \times 16 + 1 = \boxed{33\ \text{m}}$$
$$t = 6\ \text{s} \Longrightarrow x = 2 \times 36 + 1 = \boxed{73\ \text{m}}$$

الفاصلة (m)	33	73
الزّمن (s)	4	6

رابعاً: المسألة الأولى:

$$x = 2t^2 - 3t + 4$$

1) بالمطابقة بين التّابع الزّمني للفاصلة في الحركة المستقيمة المتغيّرة بانتظام $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$ مع التّابع السّابق نجد أنّ:

$$\frac{1}{2}a = 2 \Longrightarrow \boxed{a = 4\ \text{m.s}^{-2}}$$
$$\boxed{v_0 = -3\ \text{m.s}^{-1}}$$

2) بتعويض $t = 4\ \text{s}$ في تابع السّرعة $v = at + v_0$ نجد:

$$v = 4t - 3 \Longrightarrow v = 4 \times 4 - 3 = \boxed{13\ \text{m.s}^{-1}}$$

المدرس: وسيم عبدالله
www.wasimpro.com

موبايل: 0938206039

3) بتعويض $v = 15\ \text{m.s}^{-1}$ في التّابع اللّازمني
نجد: $v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$

$$\Longrightarrow (15)^2 - (-3)^2 = 2 \times 4(x - x_0)$$

$$225 - 9 = 8(x - x_0) \Longrightarrow (x - x_0) = \frac{216}{8}$$

$$= \boxed{27\ \text{m}}$$

المسألة الثّانية:

$$v_0 = 6\ \text{m.s}^{-1}, a = 4\ \text{m.s}^{-2}$$

1) بتعويض $t_1 = 3\ \text{s}$ في تابع السّرعة $v = at + v_0$ نجد:

$$v_1 = 4 \times 3 + 6 \Longrightarrow v_1 = \boxed{18\ \text{m.s}^{-1}}$$

و $t_2 = 5\ \text{s}$:

$$v_2 = 4 \times 5 + 6 \Longrightarrow v_2 = \boxed{26\ \text{m.s}^{-1}}$$

2) بتعويض $t_1 = 3\ \text{s}$ في التّابع الزّمني للفاصلة
نجد: $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$

$$\Longrightarrow x - x_0 = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$$

$$\Longrightarrow d_1 = \frac{1}{2} \times 4(3)^2 + 6(3) = 18 + 18 = \boxed{36\ \text{m}}$$

و $t_2 = 5\ \text{s}$:

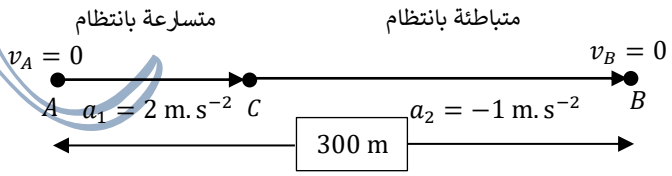
$$\Longrightarrow d_2 = \frac{1}{2} \times 4(5)^2 + 6(5) = 50 + 30 = \boxed{80\ \text{m}}$$

3) بتعويض $v_3 = 30\ \text{m.s}^{-1}$ في التّابع اللّازمني
نجد: $v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$

$$\Longrightarrow (30)^2 - (6)^2 = 2 \times 4d_3$$

$$900 - 36 = 8d_1 \Longrightarrow d_1 = \frac{864}{8} = \boxed{108\ \text{m}}$$

المسألة الثّالثة:



1) الحركة من A إلى C مستقيمة متسارعة بانتظام فتكون فاصلة النّقطة C:

$$x_C = \frac{1}{2}a_1t_1^2 + v_At + x_0 \Longrightarrow \boxed{x_C = t_1^2 \quad ...(1)}$$

والسّرعة في النّقطة C:

$$v_C = a_1t_1 + v_A \Longrightarrow \boxed{v_C = 2t_1 \quad ...(2)}$$

الحركة من C إلى B مستقيمة متباطئة بانتظام فتكون فاصلة النّقطة B:

$$x_B = \frac{1}{2}a_2t_2^2 + v_Ct_2 + x_C$$

$$\Longrightarrow \boxed{x_B = -\frac{1}{2}t_2^2 + v_Ct_2 + x_C \quad ...(3)}$$

والسّرعة في النّقطة B:

$$v_B = a_2t_2 + v_C \Longrightarrow$$

$$0 = -t_2 + v_C \Longrightarrow \boxed{v_C = t_2 \quad ...(4)}$$

بمقارنة العلاقتين (4) و (2) نجد:

$$\boxed{t_2 = 2t_1 \quad ...(5)}$$

بتعويض العلاقات (1) و (2) و (5) في العلاقة (3) نجد:

$$300 = -\frac{1}{2}(2t_1)^2 + 2t_1 \times 2t_1 + t_1^2$$

$$300 = -2t_1^2 + 4t_1^2 + t_1^2 = 3t_1^2$$

$$t_1^2 = 100 \Longrightarrow t_1 = \sqrt{100} = 10\ \text{s}$$

نعوّض في العلاقة (5) فنجد:

$$t_2 = 2 \times 10 = 20\ \text{s}$$

فيكون الزّمن الكلّي: $t = t_1 + t_2 = 10 + 20 = 30\ \text{s}$

2) لتحديد موضع النّقطة C نعوّض في العلاقة (1) فنجد:

$$x_C = (10)^2 = 100\ \text{m}$$

المسألة الرّابعة:

$$v_0 = 0\ , AB = 120\ \text{m}\ , t = 20\ \text{s}$$

1) نعوّض في التّابع الزّمني للفاصلة في الحركة المستقيمة المتغيّرة بانتظام:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0 \Longrightarrow 120 = \frac{1}{2}a(20)^2$$

$$120 = 200a \Longrightarrow a = \frac{120}{200} = 0.6\ \text{m.s}^{-2}$$

2) نعوّض في التّابع اللّازمني $v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$ فنجد:

$$v^2 = 2 \times 0.6 \times 120 = 144 \Longrightarrow v = \sqrt{144}$$

$$= 12\ \text{m.s}^{-1}$$

3) نعوّض $x = 30\ \text{m}$ في التّابع الزّمني للفاصلة:

$$30 = \frac{1}{2} \times 0.6t^2 \Longrightarrow 30 = 0.3t^2 \Longrightarrow t^2 = 100$$

$$t = 10\ \text{s}$$

اختبر نفسي الصّفحة 31:

$$m = 100\ \text{g} = 0.1\ \text{Kg}\ , g = 10\ \text{m.s}^{-2}\ , t = 3\ \text{s}$$ **.1**

1) بالتّعويض في تابع السّقوط الحرّ $y = \frac{1}{2}gt^2$ نجد:

$$y = \frac{1}{2} \times 10 \times 9 = 45\ \text{m}$$

2) نحسب سرعة الكرة لحظة اصطدامها بالأرض بالتّعويض في التّابع $v = gt$ فنجد: $v = 10 \times 3 = 30\ \text{m.s}^{-1}$ فتكون طاقتها الكليّة عندئذٍ: $E_{tot} = E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 900 = 45\ \text{J}$

المدرس: وسيم عبدالله
www.wasim.pdf

موبايل: 0938206039

بما أنّ الكرة فقدت 85% من طاقته الكليّة فتكون الطّاقة المتبقيّة مساويةً لِـ: $E'_{tot} = \frac{15}{100} \times 45 = 6.75\ \text{J}$ تكون هذه الطّاقة كامنة ثقاليّة عندما ترتدّ إلى ارتفاع ممكن أيّ أنّ:

$$E'_{tot} = E_p = mgh \Longrightarrow h = \frac{E'_{tot}}{mg} = \frac{6.75}{0.1 \times 10} = 6.75\ \text{m}$$

2. 1) إذا فرضنا أنّ زمن سقوط الجسم t فيكون ارتفاع الجسم وفق تابع السّقوط الحرّ: $\boxed{y = \frac{1}{2}gt^2 \quad ...(1)}$

فتكون المسافة التّي قطعها خلال زمن قدره $(t-1)$: $\boxed{y_1 = \frac{1}{2}g(t-1)^2 \quad ...(2)}$، من معطيات المسألة:

$$y_1 = \frac{25}{100}y \Longrightarrow \boxed{y_1 = \frac{1}{4}y \quad ...(3)}$$

بتعويض العلاقتين (1) و (2) في العلاقة (3) نجد:

$$\frac{1}{2}g(t-1)^2 = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2}gt^2$$

$$(t-1)^2 = \frac{1}{4}t^2 \Longrightarrow \boxed{4(t-1)^2 = t^2}$$

بالجذر التّربيعي لطرفيّ العلاقة السّابقة نجد:

$$2(t-1) = t \Longrightarrow 2t - 2 = t \Longrightarrow t = 2\ \text{s}$$

فيكون الارتفاع: $y = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 4 = 20\ \text{m}$.

2) لحساب سرعة الجسم لحظة ملامسته الأرض نعوّض في التّابع $v = gt$ فنجد: $v = 10 \times 2 = 20\ \text{m.s}^{-1}$.

3. $t_1 = 2\ \text{s}\ , t_2 = 1.5\ \text{s}$

بتعويض الزّمنين في تابع السّقوط الحرّ $y = \frac{1}{2}gt^2$ نجد:

$$y_1 = \frac{1}{2}gt_1^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 4 = 20\ \text{m}$$

$$y_2 = \frac{1}{2}gt_2^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 2.25 = 11.25\ \text{m}$$

فتكون المسافة بين الشّخصين:

$$y = y_1 - y_2 = 20 - 11.25 = 8.75\ \text{m}$$

الدّرس الثّالث: الحركة النّسبيّة

السّرعة النّسبيّة:

السّرعة النّسبيّة: هي السّرعة التّي يغيّر فيها الجسم موضعه بالنّسبة لجملة مقارنة، ويعبّر عنها بالعلاقة الشّعاعيّة:

$$\boxed{\overrightarrow{v_{ac}} = \overrightarrow{v_{ab}} + \overrightarrow{v_{bc}}}$$

حيث: $\overrightarrow{v_{ac}}$ سرعة الجسم a بالنّسبة للجسم c.

$\overrightarrow{v_{ab}}$ سرعة الجسم a بالنّسبة للجسم b.

$\overrightarrow{v_{bc}}$ سرعة الجسم b بالنّسبة للجسم c.

نلاحظ من هذه العلاقة الشّعاعيّة أنّ نهاية الشّعاع $\overrightarrow{v_{ab}}$ هي بداية للشّعاع الثّاني $\overrightarrow{v_{bc}}$، والشّعاع $\overrightarrow{v_{ac}}$ هو شعاع بدايته هي بداية الشّعاع الأوّل ونهايته هي نهاية الشّعاع الثّاني، وهي علاقة **(شال في جمع الأشعّة المتلاحقة)**.

السّرعة النّسبيّة بالنّسبة لجملة مقارنة ساكنة (الجملة B ساكنة):

إذا تحرّك جسم A بجهة حركة جسم آخر T وكلاهما متحرّك بالنّسبة لجملة مقارنة ساكنة B فإنّ:

$$\boxed{v_{AB} = v_{AT} + v_{TB}}$$

إذا تحرّك جسم A بعكس جهة حركة جسم آخر T وكلاهما متحرّك بالنّسبة لجملة مقارنة ساكنة B فإنّ:

$$\boxed{v_{AB} = -v_{AT} + v_{TB}}$$

السّرعة النّسبيّة بالنّسبة لجملة مقارنة متحرّكة (الجملة B متحرّكة):

❶ إذا كان الجسمان A و B يتحرّكان باتّجاه واحد وبسرعتين مختلفتين، فالسّرعة النّسبيّة بينهما تساوي الفرق بين سرعتيهما:

$$\boxed{v_{AB} = v_{AE} - v_{EB}}$$

❷ إذا كان الجسمان A و B يتحرّكان باتّجاهين متعاكسين وبسرعتين مختلفتين، فالسّرعة النّسبيّة بينهما تساوي مجموع سرعتيهما:

$$\boxed{v_{AB} = v_{AE} + v_{EB}}$$

❸ إذا كان الجسمان A و B يتحرّكان باتّجاه واحد وبنفس السّرعة، فالسّرعة النّسبيّة بينهما معدومة.

ملاحظة: الرّمز E اختصار لكلمة $Earth$ (الأرض) أي أنّ v_{AE} تعني سرعة الجسم A بالنّسبة للأرض.

اختبر نفسي الصّفحة 37:

1. $v_{PE} = v_{PT} + v_{TE}$

$$11 = 2 + v_{TE} \Longrightarrow v_{TE} = 11 - 2 = 9\ \text{m.s}^{-1}$$

2. $v_{BE} = v_{BT} + v_{TE}$

$$v_{BE} = 8 + 15 = 23\ \text{m.s}^{-1}$$

3. $v_{RG} = v_{RE} + v_{EG}$

$$v_{RG} = 25 + 35 = 60\ \text{m.s}^{-1}$$

مدرس: وسيم عبدالله
Wassim Physique

موبايل: 0938206039

تفكير ناقد الصّفحة 39:

سرعة المدفع نحو اليسار $+30\ \mathrm{m.s^{-1}}$، وسرعة الكرة بالنّسبة للمدفع نحو اليمين $-30\ \mathrm{m.s^{-1}}$

$$v_{SE} = v_{ST} + v_{TE}$$
$$v_{SE} = -30 + 30 = 0$$

حركة الكرة ستكون سقوطاً حرّاً لأنّ: $v_{SE} = 0$.

الدّرس الرّابع: قوانين نيوتن وتطبيقاتها

القوّة: كلّ ما يسبّب تغيّر في شكل الجسم أو في حالته الحركيّة.

كتلة الجسم: مقدار عددي موجب وثابت يعبّر عمّا يحويه من مادّة، نرمز له بالرّمز m واحدته في الجملة الدّوليّة الكيلوغرام Kg ويعبّر عن عطالة الجسم الصّلب.

عطالة الجسم: ممانعة الجسم لتغيير شعاع سرعته.

قانون نيوتن الأوّل: قانون العطالة (القصور الذّاتي)

قانون نيوتن الأوّل يختصّ بالمواقف التّي تكون فيها محصّلة القوى الخارجيّة المؤثّرة في مركز عطالة جسم ما معدومة، نصّه: "إذا انعدمَت مُحصِّلة القوى الخارجيَّة المُؤثِّرة في مركز عطالة جسمٍ صلب، فإنَّ مركزَ عطالة الجسم يبقى ساكناً إذا كانَ بالأصل ساكِناً، وإذا كانَ مُتحرِّكاً تصبحُ حركتُه مُستقيمةً مُنتظمَة، وسرعةُ مركزِ عطالته هي سرعتهَ لحظةَ انعدام محصلة القوى"

مركز عطالة الجسم: هو مركز كتلة الجسم، وينطبق على مركز ثقل الجسم.

قانون نيوتن الثّاني:

نصّه: "إذا خضعَ مركزُ عطالة جسمٍ صلبٍ لمُحصِّلة قوىً خارجيَّة ثابتةً منحىً وجهةً وشدةً، اكتسبَ تسارُعاً ثابتاً يتناسبُ طرداً مع شدَّةِ مُحصِّلة القوى الخارجيّة المُؤثِّرة، وله المنحى ذاته والجهة ذاتها"

نعبّر رياضيّاً عن هذا القانون: $\boxed{\sum \vec{F} = m\vec{a}}$

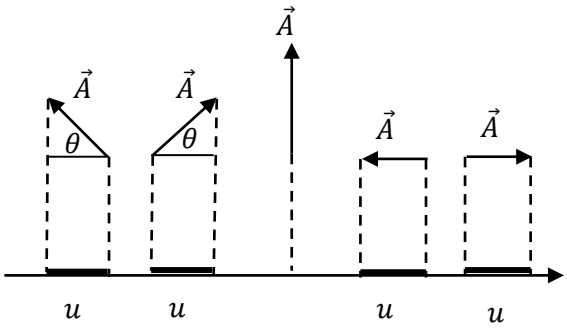
حيث: واحدة شدّة القوّة النّيوتن N.

النّيوتن: شدّة قوّة إذا أثّرت في جسم كتلته 1 Kg اكتسب تسارعاً قدره $1\ \mathrm{m.s^{-2}}$.

إنّ التّسارع يزداد بتناقص كتلة الجسم عند ثبات القوّة.

إنّ التّسارع يزداد بازدياد شدّة محصّلة القوى المؤثّرة عند ثبات كتلة الجسم.

إثراء رياضي: (مساقط الأشعّة)



مسقط شعاع $\vec{A}$ على المحور المبيّن هو $u = A\cos\theta$

حالات خاصّة:

❶ إذا كان الشّعاع يوازي محور الإسقاط وبجهته

$$u = A\cos 0 = A$$

❷ إذا كان الشّعاع يوازي محور الإسقاط وبعكس جهته

$$u = A\cos\pi = -A$$

❸ إذا كان الشّعاع عموديّاً على محور الإسقاط

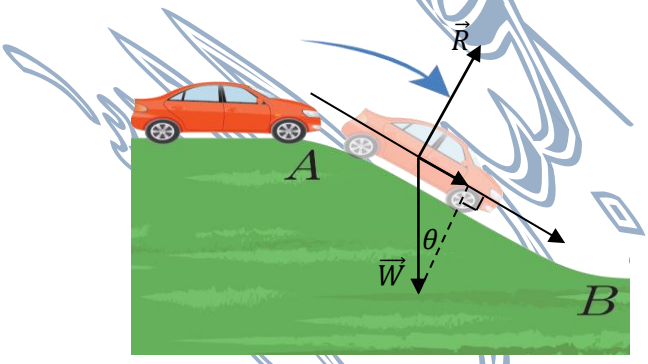
$$u = A\cos\frac{\pi}{2} = 0$$

قانون نيوتن الثّالث:

نصّه: "لكلّ فعلٍ ردُّ فعلٍ يساويه بالمِقدار ويعاكسُه بالجهة"

تمرين 1 الصّفحة 47:

المرحلة من A إلى B:

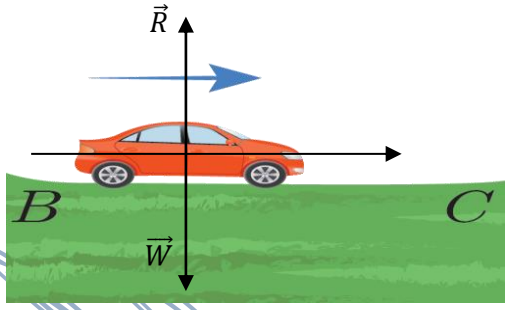


$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$
$$\vec{W} + \vec{R} = m\vec{a}$$
$$mg\sin\theta + 0 = ma \Longrightarrow a = g\sin\theta$$

الحركة مستقيمة متسارعة بانتظام.

موبايل: 0938206039

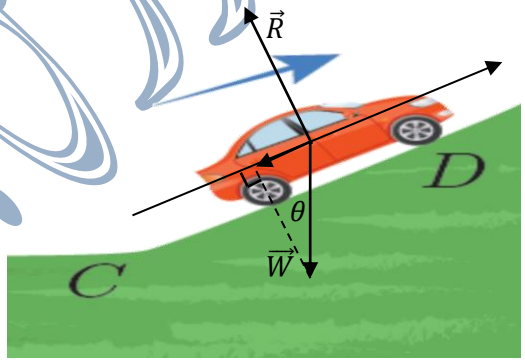
المرحلة من B إلى C:



$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$
$$\vec{W} + \vec{R} = m\vec{a}$$
$$0 + 0 = ma \Longrightarrow a = 0$$

أي أنّ $\sum \vec{F} = \vec{0}$ والحركة مستقيمة منتظمة.

المرحلة من C إلى D:



$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$
$$\vec{W} + \vec{R} = m\vec{a}$$
$$-mg\sin\theta + 0 = ma \Longrightarrow a = -g\sin\theta$$

الحركة مستقيمة متباطئة بانتظام.

تمرين 2 الصّفحة 47:

1. من الخطّ البياني نلاحظ أنّ السّرعة في اللّحظة $t = 0$:

$$v_0 = 1\ \text{m.s}^{-1}$$

ولحساب التّسارع:

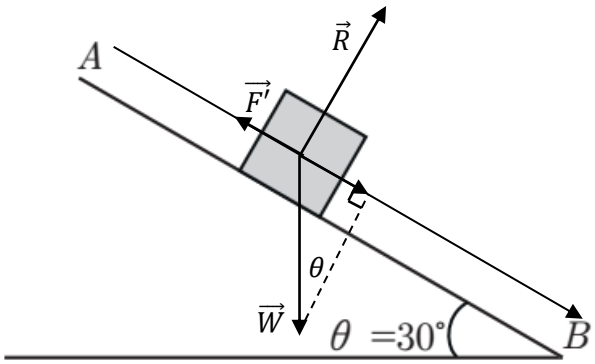
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{2-1}{1-0} = \frac{1}{2}\ \text{m.s}^{-2}$$

2. بما أنّ الجسم يخضع لمحصلة قوى ثابتة فالحركة مستقيمة متغيّرة بانتظام.

3. القوى الخارجيّة المؤثّرة في الجسم: ❶ قوّة ثقله $\vec{W}$.

❷ قوّة ردّ فعل المستوي على الجسم $\vec{R}$.

❸ قوّة الاحتكاك $\vec{F'}$.



نطبّق قانون نيوتن الثّاني:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$
$$\vec{W} + \vec{R} + \vec{F'} = m\vec{a}$$

بالإسقاط على محور يوازي مستوي الحركة وبجهتها:

$$0 + mg\sin\theta - F' = ma \Longrightarrow F' = mg\sin\theta - ma$$

$$F' = 100 \times 10^{-3} \times 10 \times \frac{1}{2} - 100 \times 10^{-3} \times \frac{1}{2}$$

$$F' = 0.5 - 0.05 = 0.45\ \text{N}$$

تمرين 3 الصّفحة 47:

من تابع السّرعة في الحركة المستقيمة المتغيّرة بانتظام:

$$v = at + v_0 \Longrightarrow 2.5 = a(50) + 0 \Longrightarrow a = \frac{2.5}{50}$$
$$a = 5 \times 10^{-2}\ \text{m.s}^{-2}$$

من قانون نيوتن الثّاني: $F = ma = 2000 \times 5 \times 10^{-2}$

$$F = 100\ \text{N}$$

تمرين 4 الصّفحة 48:

بحسب قانون نيوتن الثّالث (مبدأ الفعل وردّ الفعل):

$$F = W \Longrightarrow F = mg = 75 \times 10 = 750\ \text{N}$$

اختبر نفسي الصّفحة 49 و50 و51:

أوّلاً: 1. بحسب قانون نيوتن الأوّل فإنّ a. محصّلة القوى المؤثّرة في مركز عطالتها معدومة.

2. بحسب قانون نيوتن الأوّل فإنّ a. محصّلة القوى المؤثّرة في مركز عطالتها معدومة.

3. بحسب قانون نيوتن الثّاني فإنّ c. محصّلة القوى المؤثّرة في مركز عطالتها ثابتة غير معدومة.

المدرس: وسيم عبدالله
Wassim Abdallah

موبايل: 0938206039

4. بما أنّ التّسارع يزداد بتناقص كتلة الجسم عند ثبات القوّة فإنّ
d. $a_2 = 5a_1$

5. $m = 800\ \text{Kg}\,, v_1 = 10\ \text{m.s}^{-1}\,, v_2 = 30\ \text{m.s}^{-1}$
$\Delta t = 5\ \text{s}$

حساب التّسارع:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{30 - 10}{5} = 4\ \text{m.s}^{-2}$$

حساب شدّة محصّلة القوى بحسب قانون نيوتن الثّاني:

$$F = ma = 800 \times 4$$
$$F = 3200\ \text{N}$$ c.

ثانياً: 1. بما أنّ الرّجل ساكن، فالقوى الخارجيّة المؤثّرة فيه هي:

❶ قوّة ثقله $\vec{W}$.

❷ قوّة ردّ فعل الأرض عليه $\vec{R}$.

وهما قوّتان متعاكستان مباشرةً أي أنّ:

$$R = W = mg = 50 \times 10 = 500\ \text{N}$$

اتّجاهها نحو الأعلى.

2. بما أنّ الخطّ البياني الذّي يمثّل العلاقة بين شدّة القوّة المؤثّرة في مركز العطالة والكتلة مستقيم مارّ من المبدأ فهو يعبّر عن قانون نيوتن الثّاني: $F = ma$ والتّسارع هنا يمثّل ميل المستقيم:

$$a = \frac{4 - 2}{8 - 4} = 0.5\ \text{m.s}^{-2}$$

3. شدّة ثقل رائد الفضاء على سطح الأرض: $W_E = mg_E$

$$W_E = 90 \times 9.8 = 882\ \text{N}$$

شدّة ثقل رائد الفضاء على سطح القمر: $W_M = mg_M$

$$W_M = 90 \times 1.67 = 150.3\ \text{N}$$

ثالثاً: المسألة الأولى:

$$m = 24\ \text{Kg}\,, v_0 = 0\,, F = 75\ \text{N}\,, v = 5\ \text{m.s}^{-1}$$
$$x - x_0 = 10\ \text{m}$$

a) القوى الخارجيّة المؤثّرة في العربة: ❶ قوّة ثقلها $\vec{W}$.

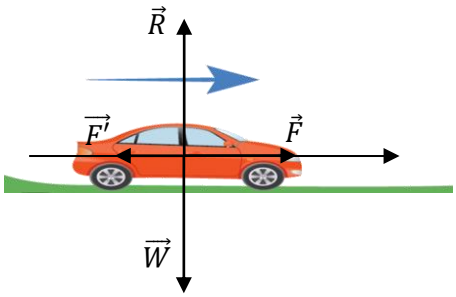
❷ قوّة ردّ فعل الطّريق على العربة $\vec{R}$.

❸ قوّة الجرّ $\vec{F}$.

❹ قوّة الاحتكاك $\vec{F'}$.

نطبّق قانون نيوتن الثّاني: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{W} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{F'} = m\vec{a}$$



بالإسقاط على محور يوازي مستوي الحركة وبجهتها:

$$0 + 0 + F - F' = ma \Longrightarrow F' = F - m\boxed{a}$$

لنحسب تسارع العربة من التّابع اللّازمني
$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$ نعوّض فنجد:

$$(5)^2 - (0)^2 = 2a(10) \Longrightarrow 25 = 20a$$

$$\boxed{a = \frac{25}{20} = 1.25\ \text{m.s}^{-2}}$$

نعوّض فنجد: $F' = 75 - 24 \times 1.25 = 75 - 30 = 45\ \text{N}$

b) نعوّض في تابع السّرعة $v = at + v_0$ فنجد:

$$5 = 1.25t + 0 \Longrightarrow t = \frac{5}{1.25} = 4\ \text{s}$$

المسألة الثّانية:

$$m = 1\ \text{Kg}\,, \theta = 30°\,, v = -6t + 3$$

a) بما أنّ الجسم يخضع لقوى ثابتة أثناء الحركة فحركته مستقيمة متغيّرة بانتظام تابع السّرعة فيها من الشّكل:
$v = at + v_0$ وبالمقارنة مع التّابع $v = -6t + 3$ نجد:

$$a = -6\ \text{m.s}^{-2}, v_0 = 3\ \text{m.s}^{-1}$$

b) نعوّض $v = 0$ في التّابع اللّازمني
$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$ نجد:

$$\Longrightarrow (0)^2 - (3)^2 = 2 \times 4d$$
$$-(3)^2 = 2 \times (-6)d \Longrightarrow -9 = -12d$$
$$d = \frac{-9}{-12} = 0.75\ \text{m}$$

c) القوى الخارجيّة المؤثّرة في الجسم: ❶ قوّة ثقله $\vec{W}$.

❷ قوّة ردّ فعل المستوي على الجسم $\vec{R}$.

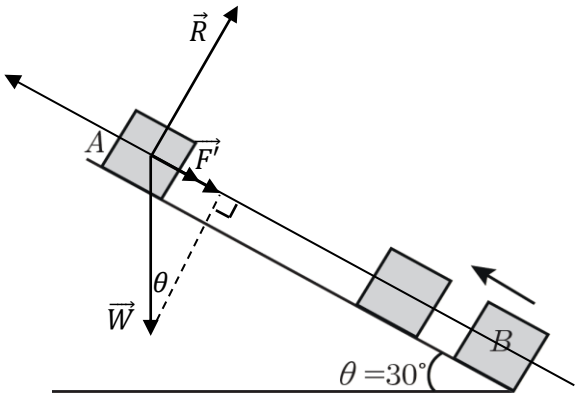
❸ قوّة الاحتكاك $\vec{F'}$.

نطبّق قانون نيوتن الثّاني: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{W} + \vec{R} + \vec{F'} = m\vec{a}$$

المدرس: وسيم عبدالله
Wasim Abdullah

موبايل: 0938206039



بالإسقاط على محور يوازي مستوي الحركة وبجهتها:

$$-mg\sin\theta - F' + 0 = ma \Longrightarrow F' = -mg\sin\theta - ma$$

$$F' = -1 \times 10 \times \frac{1}{2} - 1 \times (-6)$$

$$F' = -5 + 6 = 1\ \text{N}$$

المسألة الثّالثة:

$$m = 1350\ \text{Kg}\ , v_0 = 0\ , v = 21\ \text{m.s}^{-1}$$
$$t = 7\ \text{s}$$

a) بما أنّ السيّارة تخضع لقوى ثابتة أثناء الحركة فحركتها مستقيمة متغيّرة بانتظام تابع السّرعة فيها من الشّكل:

$v = at + v_0$ بالتّعويض نجد:

$$21 = 7a + 0 \Longrightarrow a = \frac{21}{7} = 3\ \text{m.s}^{-2}$$

b) القوى الخارجيّة المؤثّرة في السّيّارة: ❶ قوّة ثقله $\vec{W}$.

❷ قوّة ردّ فعل الطّريق على السّيّارة $\vec{R}$.

❸ قوّة جرّ محرّك السّيارة $\vec{F}$.

نطبّق قانون نيوتن الثّاني: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{W} + \vec{R} + \vec{F} = m\vec{a}$$

بالإسقاط على محور يوازي مستوي الحركة وبجهتها:

$$0 + 0 + F = ma \Longrightarrow F = ma$$

$$F = 1350 \times 3 = 4050\ \text{N}$$

المسألة الرّابعة:

$$v_0 = 20\ \text{m.s}^{-1}\ , t = 4\ \text{s}$$

a) بما أنّ حركة السيّارة متباطئة بانتظام نطبّق العلاقة:

$v = at + v_0$ بالتّعويض نجد:

$$0 = 4a + 20 \Longrightarrow a = -\frac{20}{4} = -5\ \text{m.s}^{-2}$$

b) حساب بعد السّيّارة عن إشارة المرور، نعوّض في التّابع اللّازمني:

$v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$ نجد:

$$\Longrightarrow (0)^2 - (20)^2 = -2 \times 5d$$

$$-(20)^2 = -10d \Longrightarrow -400 = -10d$$

$$d = \frac{-400}{-10} = 40\ \text{m}$$

المسألة الخامسة:

$$F = 7500\ \text{N}\ , v = 20\ \text{m.s}^{-1}$$

1) القوى الخارجيّة المؤثّرة في السيّارة: ❶ قوّة ثقلها $\vec{W}$.

❷ قوّة ردّ فعل الطّريق على السيّارة $\vec{R}$.

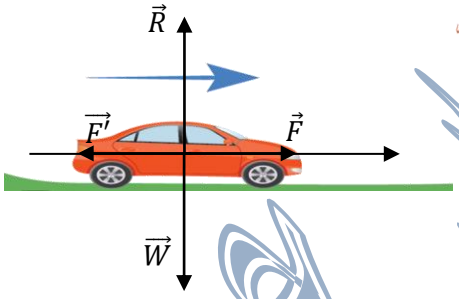
❸ قوّة جرّ المحرّك $\vec{F}$.

❹ قوّة الاحتكاك $\vec{F'}$.

بما أنّ السّرعة ثابتة، والمسار مستقيم، فالحركة مستقيمة منتظمة، بالتّالي تسارعها معدوم:

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$\vec{W} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{F'} = \vec{0}$$



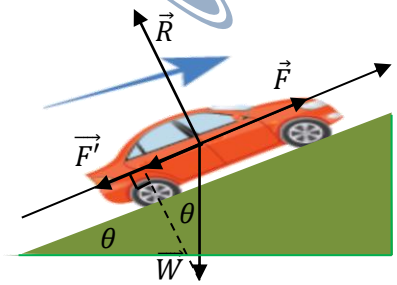
بالإسقاط على محور يوازي مستوي الحركة وبجهتها:

$$0 + 0 + F - F' = 0 \Longrightarrow F' = F = 7500\ \text{N}$$

2) بما أنّ الطّريق صاعدة فحركة السّيّارة مستقيمة متباطئة بانتظام:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{W} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{F'} = m\vec{a}$$



المدرس: وسيم عبدالله
Wassim Abdallah

موبايل: 0938206039

بالإسقاط على محور يوازي مستوي الحركة وبجهتها:

$$-mg\sin\theta + 0 + F - F' = ma$$

$$-mg\sin\theta = ma \Longrightarrow a = -g\sin\theta = -10 \times \frac{1}{2}$$

$$a = -5\ \mathrm{m.s^{-2}}$$

نعوّض في التّابع اللّازمني:

نجد: $v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$

$$\Longrightarrow (0)^2 - (20)^2 = -2 \times 5d$$

$$-(20)^2 = -10d \Longrightarrow -400 = -10d$$

$$d = \frac{-400}{-10} = 40\ \mathrm{m}$$

المسألة السّادسة:

$$W = 3000\ \mathrm{N}\ ,v = 50\ \mathrm{m.s^{-1}}$$

$$F' = \frac{50}{100}W = 1500\ \mathrm{N}$$

حساب كتلة السّيّارة:

$$m = \frac{W}{g} = \frac{3000}{10} = 300\ \mathrm{Kg}$$

القوى الخارجيّة المؤثّرة في السيّارة: ❶ قوّة ثقلها $\vec{W}$.

❷ قوّة ردّ فعل الطّريق على السيّارة $\vec{R}$.

❸ قوّة الاحتكاك $\vec{F'}$.

نطبّق قانون نيوتن الثّاني: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$$\vec{W} + \vec{R} + \vec{F'} = m\vec{a}$$

بالإسقاط على محور يوازي مستوي الحركة وبجهتها:

$$0 + 0 - F' = ma \Longrightarrow -F' = ma$$

$$-1500 = 300a \Longrightarrow a = -\frac{1500}{300} = -5\ \mathrm{m.s^{-2}}$$

نعوّض في التّابع اللّازمني:

نجد: $v^2 - v_0^2 = 2a(x - x_0)$

$$\Longrightarrow (0)^2 - (50)^2 = -2 \times 5d$$

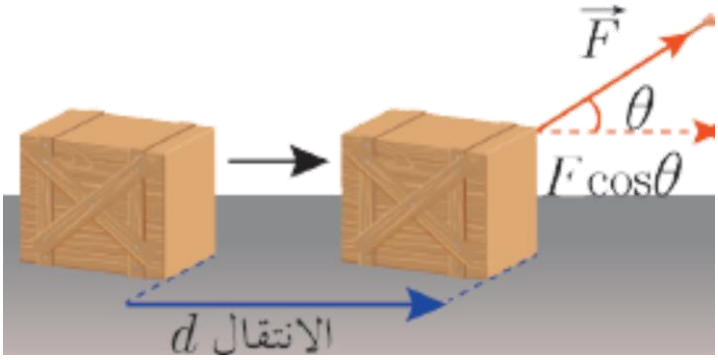
$$-(50)^2 = -10d \Longrightarrow -2500 = -10d$$

$$d = \frac{-2500}{-10} = 250\ \mathrm{m}$$

الدّرس الخامس: العمل والاستطاعة

مفهوم العمل:

إذا أثّرت **قوّة** في نقطة من جسمٍ صلب و**نقلته** على حاملها أو حامل إحدى مركّبتيها، فإنّ القوّة أنجزت **عملاً** فيزيائيّاً.



عمل قوّة ثابتة الشّدّة:

إذا انتقلَت نقطةُ تأثير قوّة ثابتة الشدّة F، مسافة d، انتقالاً مُستقيماً يصنعُ حاملُها زاويةَ θ، فإنّ عمل هذه القوّة $\overline{W}$ يُعطى بالعلاقة:

$$\overline{W} = \vec{F}.\vec{d}$$

$$\boxed{\overline{W} = Fd\cos\theta}$$

وحدة قياس العمل: **الجول** J.

تعريف الجول: عمل قوّةٍ، مقدارُها نيوتن واحد، تنتقلُ نقطةُ تأثيرها على حاملها وبجهتها مسافة مترٍ واحدٍ.

$$1\ (\mathrm{J}) = 1\ (\mathrm{N}) \times 1\ (\mathrm{m})$$

ملاحظات:

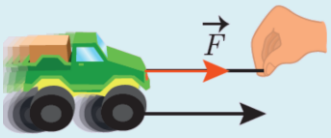
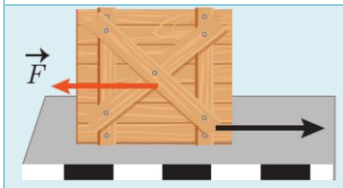
لينتج لدينا عملاً يجب تطبيق قوّةٍ يحدثُ على أثرها انتقالٌ لمركز عطالة الجسم.

العملُ مقدارٌ جبريّ موجبٌ أو سالبٌ لأنّه ينتجُ من الجداء السلميّ لشعاع القوّة في شعاع الانتقال.

إنّ وجود $\cos\theta$ في علاقةِ العمل يساعدُ في تحديد حالات العمل المُمكِنة (موجب، سالِب، مَعدوم)، حيث θ هي الزّاوية بينَ شعاع القوّة وشعاع الانتقال، ويمكنُ أن نميّزَ الحالات الآتية بحسب هذه الزّاوية:

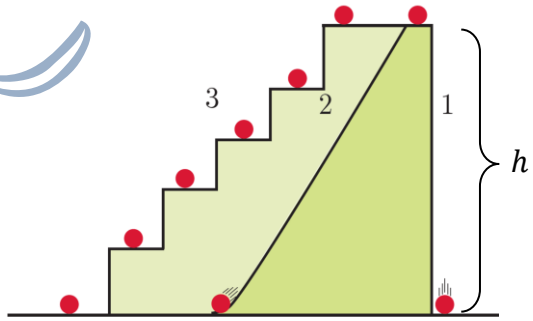
المدرس: وسيم عباس
www.physics-sim.com

موبايل: 0938206039

الزّاوية بين القوّة والانتقال	علاقة العمل	نوع العمل	مخطّط القوّة والانتقال	مثال
شعاع القوّة وشعاع الانتقال على حامل واحد وبجهة واحدة $\boldsymbol{\theta = 0}$	$\bar{W} = Fd\cos 0$ $\cos 0 = 1$ $W = +Fd$	العمل موجب محرّك	$\theta = 0$	
شعاع القوّة يصنعُ زاوية حادّة مع شعاع الانتقال $\boldsymbol{\theta < \frac{\pi}{2}}$	$\bar{W} = Fd\cos\theta$ $\cos\theta > 0$ $W > 0$	العمل موجب محرّك	$\theta < \frac{\pi}{2}$	
شعاعُ القوّة عمودي على شعاع الانتقال $\boldsymbol{\theta = \frac{\pi}{2}}$	$\bar{W} = Fd\cos\frac{\pi}{2}$ $\cos\frac{\pi}{2} = 0$ $W = 0$	العمل معدوم	$\theta = \frac{\pi}{2}$	
شعاع القوّة يصنعُ زاوية مُنفرجة مع شعاع الانتقال $\boldsymbol{\theta > \frac{\pi}{2}}$	$\bar{W} = Fd\cos\theta$ $\cos\theta < 0$ $W < 0$	العمل سالِب مُقاوِم	$\theta > \frac{\pi}{2}$	
شعاع القوة وشعاع الانتقال على حامل واحد وبجهتَين مُتعاكِستَين $\boldsymbol{\theta = \pi}$	$\bar{W} = Fd\cos\pi$ $\cos\pi = -1$ $W = -Fd$	العمل سالِب مُقاوِم	$\theta = \pi$	

المدرس: وسيم عبدالله

عمل قوّة الثّقل في أثناء انتقال ما:



إنّ عمل قوّة ثقل الكرة في كلّ من الحالات الثلاث الموضّحة في الشّكل السّابق يُعطى بالعلاقة:

$$W_{\vec{W}} = Wh = mgh$$

أي أنَّ عمل قوّة الثّقل لا يتعلّق بالطريق المسلوك، وإنّما بالوضعَين البدائيّ والنهائي.

الاستطاعة:

الاستطاعة: هي العملُ المُنجَز خلالَ واحدة الزّمن، وتعطى بالعلاقة:

$$P = \frac{W}{t}$$

تُقدَّر الاستطاعة بواحدة **الواط** Watt.

تعريف الواط: هو استطاعةُ عاملٍ أو آلةٍ تُنجِز عملاً، قدرُه جولٌ واحدٌ خلالَ ثانية واحدة.

هناك وحدة أخرى للاستطاعة: الحصان البُخاري hp حيث:

$$1\ \text{hp} = 735\ \text{Watt}$$

أي للتّحويل من الواط إلى الحصان البخاري نقسم على 735.

استنتاج علاقة الاستطاعة بشدّة القوّة والسّرعة:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fd}{t} = Fv$$

نظريّة الطّاقة الحركيّة ونظريّة الطّاقة الكامنة:

الطاقة الحركيّة: هي الطاقة التي يمتلكُها الجسمُ المُتحرّك، وتتعلّقُ بكتلة الجسم وسرعته، وتُعطى بالعلاقة:

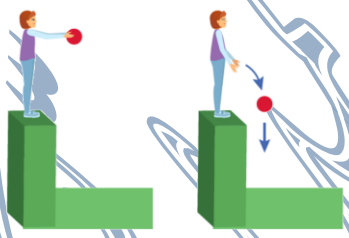
$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

الطاقة الكامنة الثقاليّة: هي الطاقة التي يمتلكُها الجسم عندّما يكونُ على ارتفاع مُعيَّن عن مستوٍ مرجعي، وتتعلّق بثقل الجسم وارتفاعه عن المستوي المرجعي، تعطى بالعلاقة:

$$E_p = Wh = mgh$$

سؤال نظري امتحاني:

نترك حجراً كتلته m يسقطُ سقوطاً حرّاً من ارتفاع h عن سطح الأرض الذي نعتبرُه المستوي المرجعي كما في الشّكل المجاور، والمطلوب:



1) استنتج علاقةَ سرعة الحجر لحظةَ وصوله سطح الأرض بالارتفاع h.

2) استنتج علاقة تغيّر الطّاقة الحركيّة للحجر ΔE_k ومجموع أعمال القوى الخارجيّة المؤثّرة في مركز عطالته، ثمّ اكتب نصّ نظرية الطاقة الحركيّة لجسم صلبْ.

3) استنتج علاقة تغيّر الطّاقة الكامنة للحجر ΔE_p ومجموع أعمال القوى الخارجيّة المؤثّرة في مركز عطالته، ثمّ اكتب نصّ نظرية الطاقة الكامنة الثّقاليّة لجسم صلبْ.

4) ما العلاقةُ بينَ تغيُّر الطاقة الحركيّة وتغيُّر الطاقة الكامنة الثقاليّة لجسم صلب، ماذا تستنتج؟

الجواب:

1) بما أنّ الحجر يسقط سقوطاً حرّاً فإنّ:

$$v^2 = 2gh \Longrightarrow v = \sqrt{2gh}$$

2) إنّ تغير الطاقة الحركيّة للحجر بدءاً من لحظة سقوطِه وحتّى وصوله سطح الأرض:

$$\Delta E_k = E_{k2} - E_{k1}$$
$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2 - 0$$
$$\Delta E_k = \frac{1}{2}m(2gh) = mgh$$

وبما أنَّ عمل قوّة ثقل الحجر: $W_{\overrightarrow{W}} = mgh$

نستنتج: $\Delta E_k = W_{\overrightarrow{W}}$

نصّ نظرية الطاقة الحركيّة لجسم صلبْ: "**إنَّ تغير الطاقة الحركيّة لجسم صلب خال فاصلٍ زمني مُعيَّن يساوي العمل الذي تقومُ به مُحصّلة القوى المُؤثّرة في الجسم خال الفاصل الزمني نفسه**"

3) إنَّ تغيُّر الطاقة الكامنة للحجر بدءاً من سقوطه وحتَّى وصوله سطح الأرض:

$$\Delta E_p = E_{p2} - E_{p1}$$
$$\Delta E_p = 0 - mgh = -mgh$$

وبما أنَّ عمل قوّة ثقل الحجر: $W_{\overrightarrow{W}} = mgh$

نستنتج: $\Delta E_p = -W_{\overrightarrow{W}}$

نصّ نظرية الطاقة الكامنة الثّقاليّة لجسم صلبْ: "**إنَّ تغيُّرَ الطاقة الكامنة الثقاليّة في جملة (جسم – أرض) خالَ فاصلٍ زمنيّ مُعيَّن، يساوي قيمةَ عمل قوّة الثقل، ويعاكسُه إشارةً عند انتقال نقطة تأثيره بين الوضعَين المُعتبرَين خال الفاصل الزّمني نفسه**"

4) لدينا: $\Delta E_k = W$ و $\Delta E_p = -W$ بجمع العلاقتين نجد:

$$\Delta E_p + \Delta E_k = 0 \Longrightarrow \Delta(E_p + E_k) = 0$$

نستنتج: أنَّ مجموع الطاقتَين الحركيّة والكامنة مقدارٌ مصونٌ لا يتغيَّر، نسمّي مجموع هاتَين الطاقتَين بالطاقة الميكانيكيَّة للجسم، ونرمزُ لها E وهي مقدارٌ مصونٌ في حالة خضوع الجسم لقوَّة الثقالة.

تمرين الصّفحة 58:

$$F = 48 \times 10^3 \text{ N}, d = 100 \text{ Km} = 100 \times 10^3 \text{ m}$$
$$t = 60 + 20 = 80 \text{ min} = 80 \times 60 = 4800 \text{ s}$$

حساب العمل:

$$W = Fd = 48 \times 10^3 \times 100 \times 10^3 = 48 \times 10^8 \text{ J}$$

حساب الاستطاعة:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{48 \times 10^8}{4800} = 10^6 \text{ Watt}$$

اختبر نفسي الصّفحة 62 و63:

أوّلاً: 1. نعم، لأنّ قوّة الثّقل ثابتة منحى وجهة وشدّة، وعملها لا يتعلّق بالطّريق المسلوك.

2. تسبب نقصان السّرعة، لأنّ جهتها تعاكس جهة حركة الحركة دوماً، ممّا يسبّب نقصان في محصّلة القوى الخارجيّة المؤثّرة، بالتّالي نقصان قيمة سرعة الجسم.

مثال1: تسير السّيّارة على الطّريق المعبّدة بسرعة أكبر منها على طريق غير معبّدة ومغطّاة بالحصى، رغم أنّ قوّة الجرّ ذاتها.

مثال2: تسقط ورقة في وسط مخلّى من الهواء بسرعة أكبر من سقوطها في حال وجود هواء بسبب وجود قوّة مقاومة الهواء المعيقة للحركة.

3. تصرف السّيّارة وقود لتحافظ على قوّة جرّ المحرّك التّي نعتبرها ثابتة وذلك للتّغلّب على القوى المعيقة ممّا يجعل محصّلة القوى الخارجيّة المؤثّرة في مركز عطالة السّيّارة معدومة بالتّالي تكون سرعتها ثابتة.

المدرس: وسيم عبدالله
Supp Wassim

موبايل: 0938206039

ثانياً: <u>المسألة الأولى:</u>

$$m_1 = 80\ \text{Kg}\,, m_2 = 40\ \text{Kg}\,, \alpha = 30°$$
$$d = 20\ \text{m}$$

في الحالة الأولى:

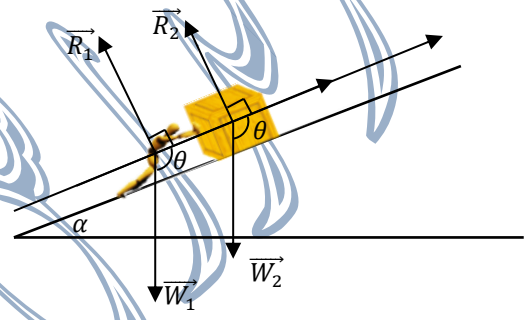
القوى الخارجيّة المؤثّرة في كلّ من العامل والعربة:

❶ قوّة ثقل العامل $\overrightarrow{W_1}$.

❷ قوّة ثقل العربة $\overrightarrow{W_2}$.

❸ قوّة ردّ فعل الطّريق على العامل: $\overrightarrow{R_1}$.

❹ قوّة ردّ فعل الطّريق على العربة: $\overrightarrow{R_2}$.



حساب مجموع الأعمال:

$$W = W_{\overrightarrow{R_1}} + W_{\overrightarrow{R_2}} + W_{\overrightarrow{W_1}} + W_{\overrightarrow{W_2}}$$

$W_{\overrightarrow{R_1}} = W_{\overrightarrow{R_2}} = 0$ لأنّ حامل كلّ من القوّتين $\overrightarrow{R_1}$ و $\overrightarrow{R_2}$ عمودي على الانتقال.

$$W_{\overrightarrow{W_1}} = W_1 d\cos\theta$$

$$W_1 = m_1 g\,, \theta = 120° \Longrightarrow \cos\theta = -\frac{1}{2}$$

$$W_{\overrightarrow{W_1}} = m_1 g d\left(-\frac{1}{2}\right) = 80 \times 10 \times 20\left(-\frac{1}{2}\right) = -8000\ \text{J}$$

$$W_{\overrightarrow{W_2}} = W_2 d\cos\theta$$

$$W_2 = m_2 g\,, \theta = 120° \Longrightarrow \cos\theta = -\frac{1}{2}$$

$$W_{\overrightarrow{W_2}} = m_2 g d\left(-\frac{1}{2}\right) = 40 \times 10 \times 20\left(-\frac{1}{2}\right) = -4000\ \text{J}$$

$$W = 0 + 0 - 8000 - 4000 = -12000\ \text{J}$$

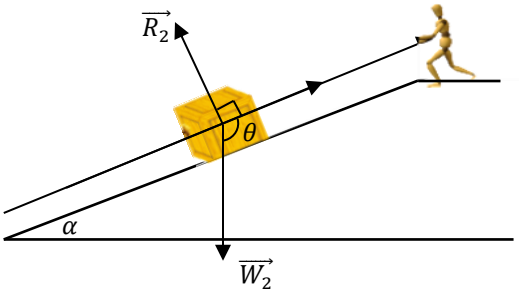
أي أنّه في هذه الحالة يجب أن يقدّم العامل طاقة قدرها 12000 J.

في الحالة الثّانية:

القوى الخارجيّة المؤثّرة في العربة:

❶ قوّة ثقل العربة $\overrightarrow{W_2}$.

❷ قوّة ردّ فعل الطّريق على العربة: $\overrightarrow{R_2}$.



حساب مجموع الأعمال:

$$W = W_{\overrightarrow{R_2}} + W_{\overrightarrow{W_2}}$$

$W_{\overrightarrow{R_2}} = 0$ لأنّ حامل القوّة $\overrightarrow{R_2}$ عمودي على الانتقال.

$$W_{\overrightarrow{W_2}} = W_2 d\cos\theta$$

$$W_2 = m_2 g\,, \theta = 120° \Longrightarrow \cos\theta = -\frac{1}{2}$$

$$W_{\overrightarrow{W_2}} = m_2 g d\left(-\frac{1}{2}\right) = 40 \times 10 \times 20\left(-\frac{1}{2}\right) = -4000\ \text{J}$$

$$W = 0 - 4000 = -4000\ \text{J}$$

أي أنّه في هذه الحالة يجب أن يقدّم العامل طاقة قدرها 4000 J.

فتكون الطّاقة التي يوفّرها العامل: 8000 J.

<u>المسألة الثّانية:</u>

$$F = 400\ \text{N}, v = 36\ \text{m.s}^{-1}\,, t = 3600\ \text{s}$$

حساب العمل:

$$W = Fd = Fvt\,; d = vt$$
$$W = 400 \times 36 \times 3600 = 5184 \times 10^4\ \text{J}$$

حساب الاستطاعة:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{5184 \times 10^4}{3600} = 14400\ \text{Watt}$$

<u>المسألة الثّالثة:</u>

$$m = 800\ \text{Kg}\,, v_0 = 0\,, F_1 = 2500\ \text{N}\,, F_2 = 900\ \text{N}$$

1) القوى الخارجيّة المؤثّرة في السيّارة: ❶ قوّة ثقلها $\overrightarrow{W}$.

❷ قوّة ردّ فعل الطّريق على السيّارة $\vec{R}$.

❸ قوّة جرّ المحرّك $\overrightarrow{F_1}$.

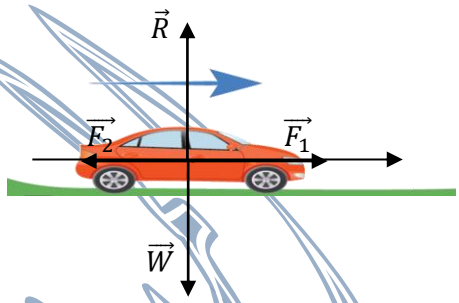
المدرس: وسيم عبدالله

موبايل: 0938206039

❹ قوّة الاحتكاك $\overrightarrow{F_2}$.

بما أنّ السّرعة ثابتة، والمسار مستقيم، فالحركة مستقيمة منتظمة، بالتّالي تسارعها معدوم:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$
$$\vec{W} + \vec{R} + \overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2} = m\vec{a}$$



بالإسقاط على محور يوازي مستوي الحركة وبجهتها:

$$0 + 0 + F_1 - F_2 = ma \Longrightarrow a = \frac{F_1 - F_2}{m}$$
$$a = \frac{2500 - 900}{800} = 2\ \text{m.s}^{-2}$$

2) بما أنّ السيّارة تخضع لقوى ثابتة أثناء الحركة فحركتها مستقيمة متغيّرة بانتظام تابعها الزّمني:

$$x = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0 \Longrightarrow x - x_0 = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t$$

$$400 = \frac{1}{2} \times 2 \times t^2 \Longrightarrow t^2 = 400 \Longrightarrow t = 20\ \text{s}$$

3) حساب عمل القوّة F_1:

$$W_{\overrightarrow{F_1}} = F_1 d \cos 0 = 2500 \times 400 \times 1 = 10^6\ \text{J}$$

حساب عمل القوّة F_2:

$$W_{\overrightarrow{F_2}} = F_2 d \cos 180 = 900 \times 400 \times (-1)$$
$$= -36 \times 10^4\ \text{J}$$

4) حساب استطاعة محرّك السّيّارة:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{10^6}{20} = 5 \times 10^4\ \text{Watt}$$

المسألة الرّابعة:

$$\theta = 60°\ , F' = 20\ \text{N}\ , d = 5\ \text{m}$$

القوى الخارجيّة المؤثّرة في العربة: ❶ قوّة ثقلها $\vec{W}$.

❷ قوّة ردّ فعل الطّريق على العربة $\vec{R}$.

❸ قوّة الدّفع $\overrightarrow{F_1}$.

❹ قوّة الاحتكاك $\overrightarrow{F_2}$.

بما أنّ السّرعة ثابتة، والمسار مستقيم، فالحركة مستقيمة منتظمة، بالتّالي تسارعها معدوم:

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$
$$\vec{W} + \vec{R} + \overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2} = \vec{0}$$

بالإسقاط على محور يوازي مستوي الحركة وبجهتها:

$$0 + 0 + F_1 \cos 60 - F_2 = 0$$
$$\Longrightarrow F_1 = \frac{F_2}{\cos 60} = \frac{20}{\frac{1}{2}} = 40\ \text{N}$$

حساب عمل قوّة الدّفع:

$$W_{\overrightarrow{F_1}} = F_1 d \cos 60 = 40 \times 5 \times \frac{1}{2} = 100\ \text{J}$$

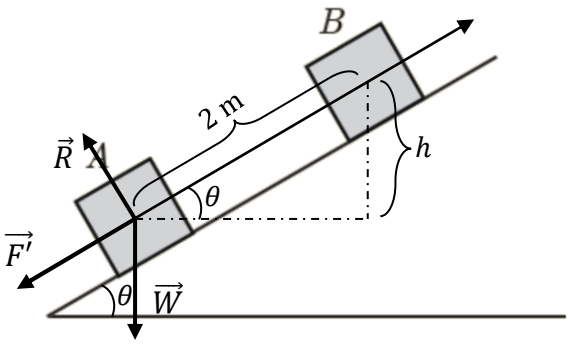
المسألة الخامسة:

$$m = 100\ \text{g} = 0.1\ \text{Kg}\ , \theta = 30°\ , v_B = \frac{1}{2}v_A$$
$$F' = 1\ \text{N}\ , AB = 2\ \text{m}$$

1) القوى الخارجيّة المؤثّرة في الجسم: ❶ قوّة ثقله $\vec{W}$.

❷ قوّة ردّ فعل المستوي على الجسم $\vec{R}$.

❸ قوّة الاحتكاك $\overrightarrow{F'}$.



المدرس: وسيم عبدالله

موبايل: 0938206039

نطبّق نظريّة الطّاقة الحركيّة بين الوضعين A وB:

$$\Delta E_{k(A\to B)} = \sum W_{\vec{F}}$$

$$\boxed{\Delta E_{k(A\to B)} = W_{\vec{W}} + W_{\vec{R}} + W_{\vec{F'}}}$$

$\boxed{0}$ $W_{\vec{R}} =$ لأنّ حامل القوّة $\vec{R}$ عمودي على الانتقال.

$$W_{\vec{F'}} = F'd\cos 180 = 1\times 2\times(-1) = \boxed{-2\text{ J}}$$

(عمل قوّة الثّقل هنا مقاوم (سالب)) $W_{\vec{W}} = -mgh$

$$h = 2\sin\theta = 2\times\frac{1}{2} = 1\text{ m}$$

$$W_{\vec{W}} = -0.1\times 10\times 1 = \boxed{-1\text{ J}}$$

$$\Delta E_{k(A\to B)} = -1 + 0 - 2 = -3\text{ J}$$

2) نعوّض $\Delta E_{k(A\to B)} = E_{kB} - E_{kA}$ في العلاقة السّابقة:

$$E_{kB} - E_{kA} = -3$$

$$\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = -3$$

$$\frac{1}{2}m\left(\frac{1}{2}v_A\right)^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = -3\ ;\ v_B = \frac{1}{2}v_A$$

$$\frac{1}{8}mv_A^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = -3$$

$$-\frac{3}{8}mv_A^2 = -3 \Longrightarrow v_A^2 = \frac{3\times 8}{3m} = \frac{8}{m}$$

$$v_A^2 = \frac{8}{0.1} = 80 \Longrightarrow v_A = \sqrt{80} = 4\sqrt{5}\text{ m.s}^{-1}$$

المسألة السّادسة:

$$m = 900\text{ Kg}\,,\ v_0 = 36\text{ Km.h}^{-1}$$

$$= 36\times\frac{10}{36}\text{ m.s}^{-1}$$

$$v = 10\text{ m.s}^{-1}\,,\ t = 60\text{ s}\,,\ d = 300\text{ m}$$

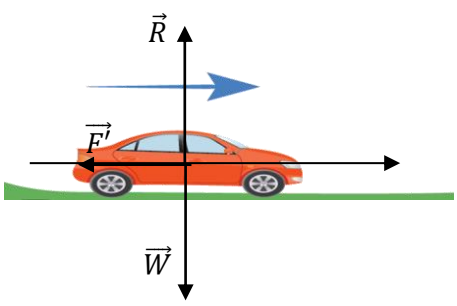
نعوّض في التّابع اللّازمني للحركة المتباطئة بانتظام لإيجاد التّسارع: $v^2 - v_0^2 = 2ad$:

$$(0)^2 - (10)^2 = 2a(300) \Longrightarrow -100 = 600a$$

$$a = -\frac{1}{6}\text{ m.s}^{-2}$$

لحساب قوّة المكابح نطبّق قانون نيوتن الثّاني:

$$\sum\vec{F} = m\vec{a} \Longrightarrow \vec{W} + \vec{R} + \vec{F'} = m\vec{a}$$



بالإسقاط على محور يوازي مستوي الحركة وبجهتها:

$$0 + 0 - F' = ma \Longrightarrow F' = -ma$$

$$F' = -900\times\left(-\frac{1}{6}\right) = +150\text{ N}$$

حساب العمل المكابح:

$$W_{\vec{F'}} = F'd\cos 180 = 150\times 300\times(-1)$$

$$= \boxed{-45000\text{ J}}$$

حساب الاستطاعة:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{45000}{60} = 450\text{ Watt}$$

المدرس: وسيم عبدالله
www.wasimpc.com

موبايل: 0938206039