المجال (I) : الطـاقة .

الوحـدة ② : العمل و الطاقة الحركية (حالة الحركة الانسحابية)

● **الكفاءات المستهدفة :**

ـ يعبر ويحسب عمل قوة ثابتة و الطاقة الحركية لجسم صلب في حركة انسحابية .

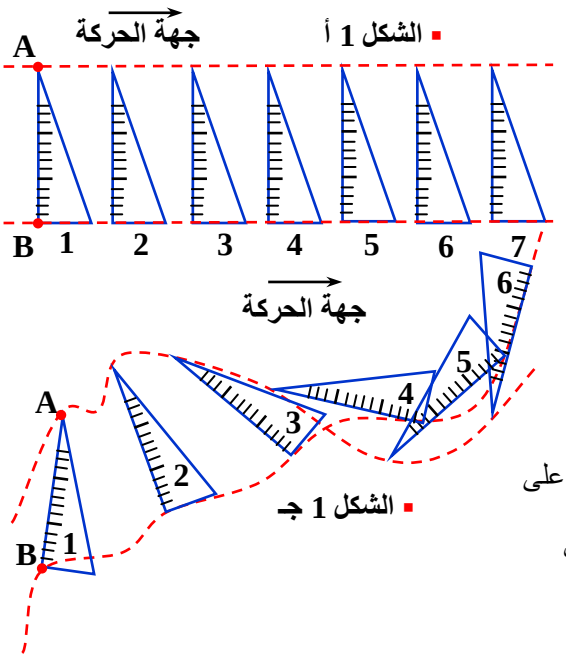
ـ يستعمل مبدأ انحفاظ الطاقة لتحديد سرعة جسم صلب في حركة انسحابية .

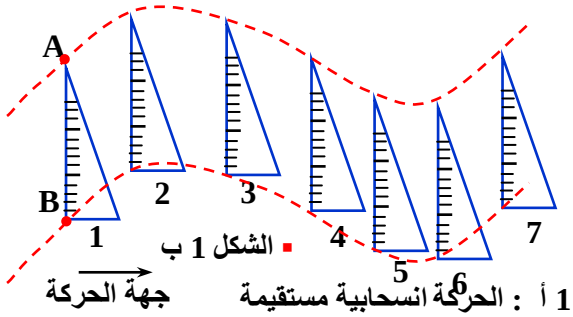
● **تذكير :**

الحركة الانسحابية لجسم صلب : في الحركة الانسحابية لجسم صلب ، يكون لكل نقطة من نقاطه نفس شعاع السرعة $\vec{v}$

نقول حينئذٍ أن للجسم الصلب سرعة $\vec{v}$.

لدراسة حركة جسم صلب في حالة انسحاب نختار نقطة كيفية منه و تعود دراسة حركة هذا الجسم إلى دراسة حركة هذه النقطة .





الشكل 1 أ : الحركة انسحابية مستقيمة

الشكل 1 ب : الحركة انسحابية منحنية

الشكل 1 جـ : الحركة ليست انسحابية

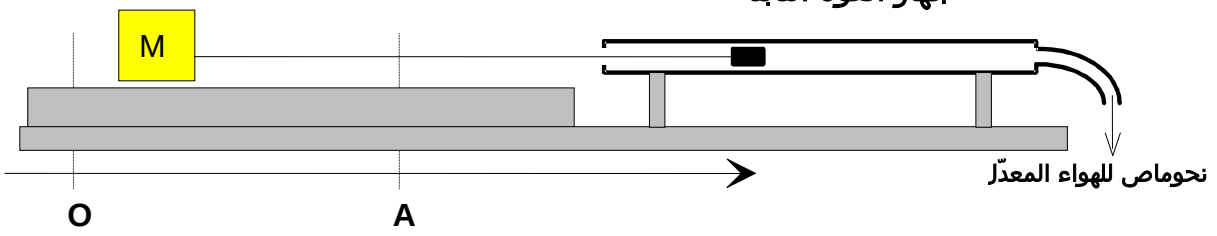
الطاقة الحركية : (2 سا ـ أ . م)

● **النشاط :**

1 - نستعمل جهازا ندعوه جهاز القوة الثابتة . وهو جهاز يسمح بالتأثير على حركة جسم صلب بقوة ثابتة خلال الزمن .

2 - نستعمل متحركا يتحرك على مستو أفقي بحيث تكون قوى الاحتكاك مهملة أمام القوة التي يؤثر بها الجهاز .

جهاز القوة الثابتة



نشغل الجهاز و نترك المتحرك **M** بدون سرعة ابتدائية من النقطة **O** .

برأيك :

1- ما هو شكل التسجيل بالتصوير المتعاقب لحركة **M** ؟ مثّل برسم وبصفة كيفية و دقيقة التصوير المتعاقب المفترض .

2- ما هي المقادير التي تتعلّق بها سرعة **M** عند النقطة **A** ؟كيف تؤثر هذه المقادير على قيمة السرعة ؟ علّل

3 - نريد أن نعرف كيف تتغيّر قيمة السرعة **v** للمتحرك **M** في نقطة **A** بدلالة العمل **W** الذي تنجزه القوة بين النقطتين : **O** و **A** . من بين العبارات البسيطة المحتملة التالية و التي تربط **M**،**W** و **v** حيث **a** يمثّل ثابتا يتعيّن تحديده . ما هي التي تقبلها و بالتالي تستحق أن نتحقق منها تجريبيا ؟ أحذف الباقية مع التعليل .

$W = \frac{v}{M}$ ، $W = a$ ، $W = a\left(\frac{M}{v}+v\right)$ ، $W = a\,M\,v$ ، $W = a\,M\,v^2$ ، $W = a\,M^2\,v$ ، $W = a\,M^2\,v^2$

. a

4 - اكتب بروتوكولا تجريبيا يسمح بالتحقق من العبارات المحتملة . (أنظر ص : 37 من كتاب التلميذ) .

● **التصديق :**

يصادق على الفرضية الصحيحة بالوصول إلى النتيجة :

السرعة المكتسبة من طرف متحرك كتلته M ، يتلقى عملا W من طرف قوة F واحدة ، مطبقة عليه ، تحقق العلاقة :

$W = \frac{1}{2} M\,v^2$.

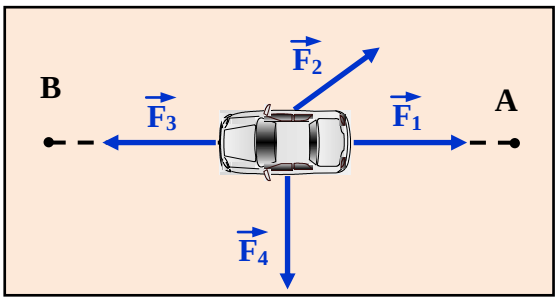
1 **العمل ، العمل المحرك & العمل المقاوم ، عمل الثقل:** (1سا + 1سا : درس نظري)

① ـ 1) عمل قوة ثابتة :

1 ـ أ°) مفهوم عمل قوة : يتطلب **العمل الميكانيكي** (W) دومًا **قوة** ($\vec{F}$) ، و **انتقال** ($\overrightarrow{AB}$) لنقطة تطبيق هذه القوة بين الموضعين **A** و **B** ، و عمومًا فإن : $W = \vec{F} \times \overrightarrow{AB}$ (الجداء السلمي لشعاع القوة بشعاع الانتقال) .

1 ـ ب°) عمل قوة ثابتة في حالة حركة انسحابية مستقيمة :

يمثل الشكل المقابل مساهمة أربعة أشخاص في نقل سيارة انطلاقا من السكون من الموضع **A** إلى الموضع **B** حيث يطبق كل واحد منهم **قوة متساوية الشدة : F**



1°) ماهي القوة من بين القوى الأربع التي تجعل العربة تصل إلى النقطة **B** بأقصى سرعة إذا أثرت لوحدها ؟

..... (القوة $\vec{F}_3$ لأنها تنجز أكبر عمل ممكن في نفس الزمن) .

2°) رتب القوى الأربع حسب فعالية كل منها في نقل العربة من **A** إلى **B** .

..... (لدينا مما سبق حسب مفهوم العمل : $W(\vec{F}_3) = -W(\vec{F}_1) > 0$ ؛ $W(\vec{F}_2) < 0$ ؛ $W(\vec{F}_4) = 0$ بالتالي :

$W(\vec{F}_3) > W(\vec{F}_4) > W(\vec{F}_2) > W(\vec{F}_1)$) .

3°) ماهي العلاقة من العلاقات التالية التي تُميز أحسن فعالية كل قوة و تسمح بشرح الترتيب السابق : **F.d** ؛ **F.d.cosα** ؛ **F.d.sinα** ؛ **F.d.α** ؟ حيث **α** هي الزاوية التي يصنعها شعاع القوة مع المستقيم **AB** و **d** هي المسافة **AB** .

..... (العبارة : $W_{AB}(\vec{F}) = F.d.\cos\alpha$) .

● **تعريف :** يُعرّف عمل قوة $\vec{F}$ ثابتة عندما تنتقل نقطة تطبيقها وفق مسار مستقيم **AB** بالعبارة التالية :

$W_{AB}(\vec{F}) = F.AB.\cos\alpha$ حيث : **α** هي الزاوية التي يصنعها شعاع الانتقال $\overrightarrow{AB}$ مع شعاع القوة $\vec{F}$.

يُعبر في النظام الدولي للوحدات عن المسافة(**AB**) بوحدة الطول (**المتر : m**) ، و شدة (قيمة) القوة (**F**) بوحدة (**النيوتن : N**) و بالتالي يُعبر عن العمل (**W**) بوحدة (**الجول : J**) حيث : 1Joule = 1(Newten.mètre) أي : $1\ J = 1\ N\ .\ m$.

● **تطبيق :** تؤثر قوة على عربة لتنقلها من **A** إلى **B** . ماهي قيمة عمل هذه القوة في الحالات التالية :

ـ القوة معدومة . ($F = 0 \Rightarrow W = 0$)

ـ القوة عمودية على مسار نقطة تطبيقها . ($\alpha = 90° \Rightarrow \cos\alpha = 0 \Rightarrow W = 0$) .

ـ الانتقال **AB** معدوم . ($AB = d = 0 \Rightarrow W = 0$) .

1 ـ جـ) العمل المحرك و العمل المقاوم :

● **نشاط (1) :** تُجر سيارة بقوة ثابتة من الموضع **A** إلى الموضع **B** .

1°ـ هل هذه القوة مساعدة أو معيقة للحركة ؟ ..... (قوة جر (قوة مساعدة)) .

2°ـ أحسب عمل هذه القوة إذا علمت أن شدتها **1000 N** ، وأن المسافة **AB** تساوي **100 m** . ..... ($W = 10^5$ J) .

3°ـ ماهي إشارة هذا العمل ؟ ..... (العمل محرك $\Leftarrow W > 0$) .

● **نشاط (2) :** يفرمل سائق سيارة سيارته فتتوقف بعد قطع المسافة **CD = 50 m** . تكافئ الفرملة قوة قدرها **500 N** في الاتجاه المعاكس للحركة .

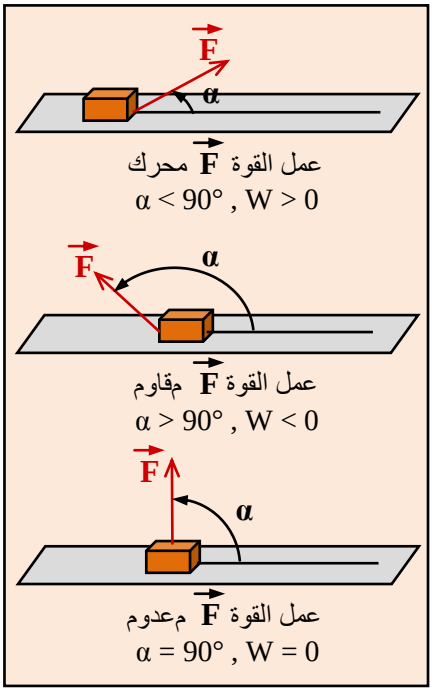
1°ـ هل هذه القوة مساعدة أو معيقة للحركة ؟ ..... (قوة كبح (قوة معيقة)) .

2°ـ أحسب عمل هذه القوة . ..... ($W = -F\ .\ CD = -500 \times 50 = 25000$ J $\Leftarrow W = 25$ kJ) .

3°ـ ماهي إشارة هذا العمل ؟..... (العمل مقاوم $\Leftarrow W < 0$) .

● **نتيجة** : استنتج بإكمال الفراغات .

تكون القوة المطبقة على متحرك في **جهة** الحركة **مساعدة** لحركته ، وتكون إشارة عمل هذه القوة **موجبة** و ندعوه عملاً **محركًا** .
تكون القوة المطبقة على متحرك في **الاتجاه** المعاكس للحركة **معيقة** لحركته ، وتكون إشارة عمل هذه القوة **سالبة** و ندعوه عملاً **مقاومًا** ..... (لاحظ الشكل) .



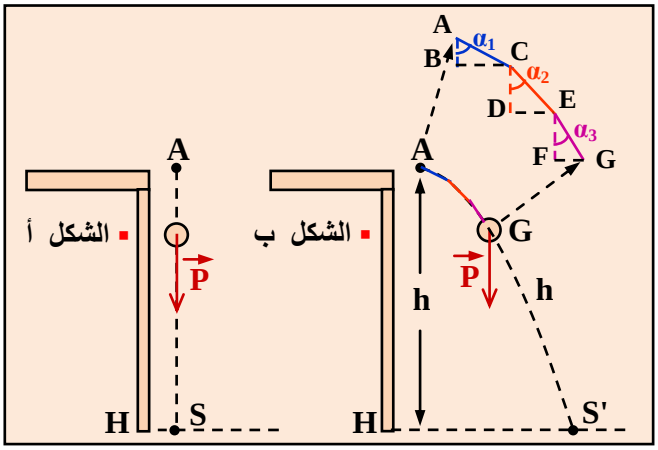
1 ـ د) عمل الثقل : نترك كرية تسقط شاقوليًا بدون سرعة ابتدائية من الموضع **A** إلى الموضع **S** ..... (الشكل ـ أ) .

ـ جد عبارة عمل ثقل هذه الكرية خلال السقوط .

$W_{AS}(\vec{P}) = P.AS.\cos\alpha = P.h$ حيث : $AS = h$.

ـ كيف تكون هذه العبارة إذا قذفت الكرية أفقيًا انطلاقا من نفس الموضع **A** لتسقط في الموضع **S'** ؟.....(الشكل ـ ب)

للتبسيط نُجزّئ المسار المنحني (فرع من قطع مكافئ) الذي تسلكه الكرية (تتبعه نقطة تطبيق القوة $\vec{P}$) إلى قطع صغيرة جدًا يمكن اعتبارها مستقيمة ، فيكون عمل قوة الثقل من **A** إلى **S'** هو مجموع أعمال هذه القوة وفق هذه المسارات المستقيمة " **عمل قوة ثابتة في مسار كيفي يساوي المجموع الجبري للأعمال العنصرية المنجزة من طرف هذه القوة**" بالتالي (لاحظ الشكل ـ ب) :



$$W_{AS'}(\vec{P}) = \sum \delta W(\vec{P}) = P.AC.\cos\alpha_1 + P.CE.\cos\alpha_2 + P.EG.\cos\alpha_3 + \ldots$$
$$= P.AB + P.BD + P.DF + \ldots = P(AB + BD + DF + \ldots) = P.AS' = P.h .$$

ـ هل تتغير عبارة عمل الثقل لو تدحرجت الكرية على مستوٍ مائل من **A** إلى **S'** ؟

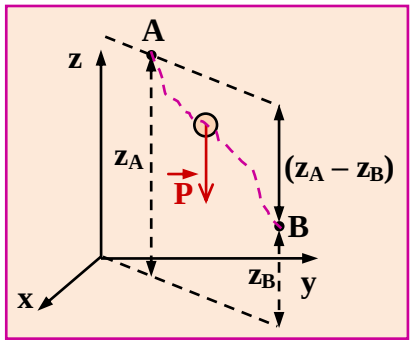
يبقى العمل محفوظ و لا تتغير عبارته ، وإنما الذي يتغير في هذه الحالة القوة التي تنجز هذا العمل من $\vec{P}$ إلى $\vec{P}\sin\alpha$.

ـ ماذا تستنتج من هذه الحالات الثلاث ؟

نستنتج من الحالات الثلاث السابقة عمومًا :

عمل الثقل لا **يتعلق** بالطريق **المتبع (المسلوك)** من طرف المتحرك ، بل يتعلق بـ **شدة** الثقل و **الفرق** في الارتفاع **h** بين الموضع **الابتدائي** و الموضع **النهائي** فقط أي :

$$W(\vec{P}) = P.h$$



● **نتيجة** : عندما ينتقل مركز ثقل جسم من نقطة **A** الموجودة على ارتفاع z_A في معلم معين إلى نقطة **B** الموجودة على ارتفاع z_B فإن عمل ثقل هذا الجسم لا يتعلق بمسار مركز ثقله ، و إنما يتعلق بشدة الثقل و الفرق في الارتفاع $(z_A - z_B)$.

يعبر عن هذا العمل بالعبارة : $W(\vec{P}) = P.(z_A - z_B)$ ..... لاحظ الشكل المرفق .