

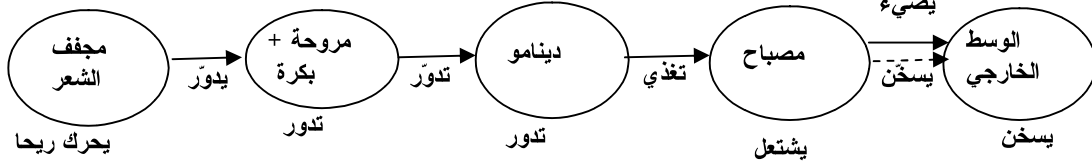
## مجال الميكانيك والطاقة

### الوحدة 1: مقارنة كيفية لطاقة جملة وانحفاظها

#### حلول بعض التمارين (صفحة 28)

#### التمرين 2:

تمثيل السلسلة الوظيفية للتركيب

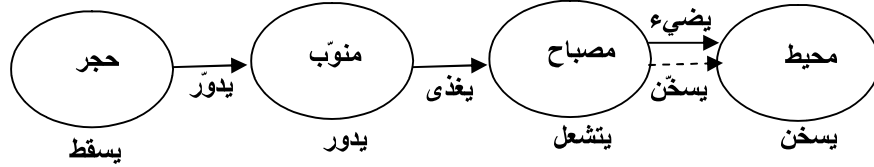
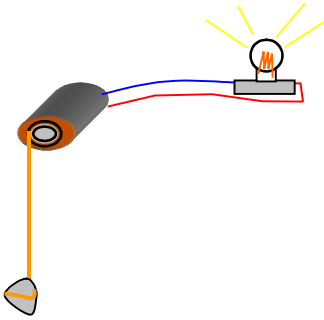


ملاحظة:

- في هذه السلسلة يمكن تمثيل المروحة والبكرة كل واحدة في فقاعة كما يمكن جمعهما أو حتى جمع الدينامو معهما وتمثيل الكل في فقاعة واحدة.
- بالنسبة لمجفف الشعر يمكن تمثيله في فقاعة وتمثيل الريح الخارج منه في فقاعة أخرى.

#### التمرين 3:

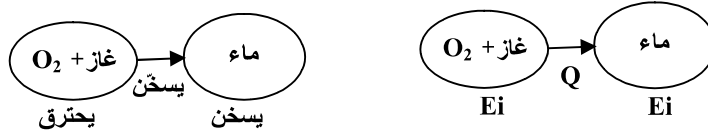
السلسلة الوظيفية الموافقة لاشتعال مصباح بفعل سقوط حجر



عندما يسقط الحجر يدور المنوب (الدينامو) بواسطة الخيط الملفوف عليه، وهذا الأخير عندما يدور يولد تيارا يعبر الدارة الكهربائية الموجود فيها مصباح فيشتعل هذا الأخير. عند اشتعاله يبعث المصباح إشعاعا يضيء المحيط (الغرفة) كما يظهر ارتفاع في درجة حرارة هذا الأخير أي يسخن.

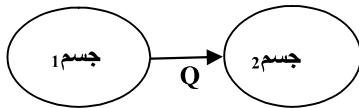
#### التمرين 4:

تمثيل السلسلة الوظيفية والطاقوية للتركيب



#### التمرين 12:

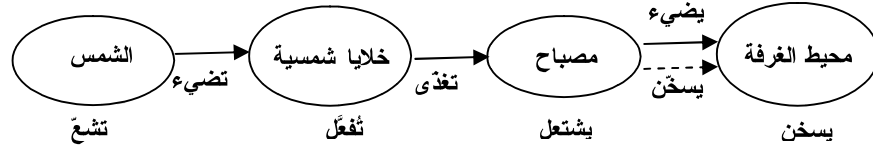
بما أن الجملة المكونة من الجسمين معزولة فإن الطاقة المفقودة من طرف جسم يكتسبها الجسم الآخر. تنتقل الطاقة من الجسم 1 مثلا إلى الجسم 2 بسبيل حراري Q.



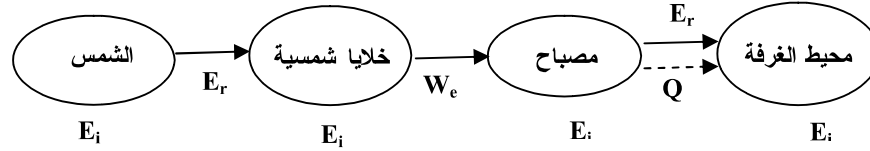
#### تمرين 16:

- 1- الشمس تخزن طاقة داخلية.
- 2- تتحول الطاقة من الشمس إلى الخلايا بالإشعاع
- 3- تتحول الطاقة من المصباح إلى المحيط بنمطين: بالإشعاع وبالحرارة (المصباح يضيء ويسخن المحيط)
- 4- السلسلة الطاقوية للتركيب

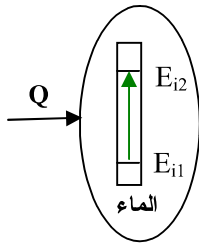
## السلسلة الوظيفية:



## السلسلة الطاقوية:



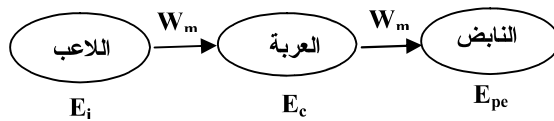
## تمرين 17:



- 1- الماء يكتسب طاقة داخلية لأنه حدث تغيير في درجة حرارته.
- 2- تتحول الطاقة من المقاومة إلى الماء بالحرارة Q (نمط حراري)
- 3- تمثيل الحصيلة الطاقوية، نعتبر الجملة: الماء

## تمرين 19:

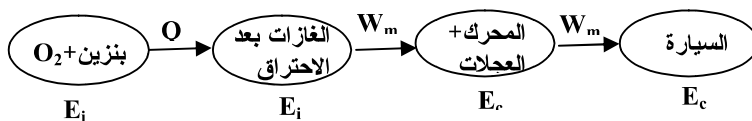
- 1- يشير المؤشر إلى قيمة انضغاط النابض بوحدة الأطوال. إذا كان هذا النابض معيارا بالنيوتن (ربيعية) فإنه يشير إلى قيمة القوة المطبقة عليه من طرف المكبس. - بما أن الطاقة الكامنة المرونية تتعلق بمقدار انضغاط النابض فيمكن لهذا المؤشر أن يقيس الطاقة الكامنة المرونية ويُدْرَج بوحدة الطاقة (ال جول).
- 2- في الحقيقة هذا الجهاز لا يقيس "قوة" اللاعب ولكن يمكن أن يعبر عن الطاقة المفقودة من طرف اللاعب. ملاحظة:
- يمكن للتلميذ أن يعود لاحقا لهذا التمرين ويحسب القوة المطبقة من طرف يد اللاعب على العربة بمعرفة المسافة التي قطعتها العربة تحت تأثير قوة اليد في حالة قوة ثابتة.
- 3- لشرح التحويلات الطاقوية نمثل السلسلة الطاقوية للتركيب



- بدفعه العربة يفقد اللاعب طاقة داخلية. تتحول هذه الطاقة من اللاعب إلى العربة بتحويل ميكانيكي فتكتسب العربة طاقة حركية ثم تتحول هذه الطاقة الحركية إلى طاقة كامنة مرونية في النابض بتحويل ميكانيكي.

## تمرين 21:

### السلسلة الطاقوية للتركيب



## تمرين 22:

يسمح هذا التمرين بتحديد الجملة المدروسة وتعيين التحويلات والتحويلات الطاقوية التي تحدث.  $\infty$  أشكال الطاقة

الجملة	الوضع	A	B	C
العربة	-	-	$E_c$	-
النابض	-	-	0	$E_{pe}$
عربة + الأرض	$E_{pp}$	$E_c$	-	-
عربة + نابض	0	$E_c$	$E_{pe}$	-
عربة + الأرض + نابض	$E_{pp}$	$E_c$	$E_{pe}$	-

$\infty$  الحصيلة الطاقوية:

1- الجملة: العربة

في الوضع A لا تكسب العربة أية طاقة، وعند تركها تنحدر تكتسب طاقة حركية ناتجة عن عمل قوة الثقل (تحويل ميكانيكي).

2- الجملة: العربة + الأرض

تكتسب الجملة طاقة كامنة ثقالية في الوضع A وعندما تصل العربة الى الوضع B تتحول هذه الطاقة إلى طاقة حركية تظهر في العربة.

ملاحظة:

- يواصل التلميذ على هذا المنوال تمثيل الحصيلة الطاقوية لكل الجمل.

- يستحسن أن نطالب منه كذلك تمثيل الحصيلة الطاقوية بين اللحظتين الموافقتين للموضعين A و C حتى يتمكن من معرفة التحويلات والتحويلات التي حدثت.

## تمرين 23-

1- تمثيل السلسلة الوظيفية للتركيب

2- في الحالة 2 لا تكسب العربة طاقة.

3- نعم في الحالة 3 تكسب العربة طاقة حركية تتعلق بالسرعة اكتسبتها من النابض.

4- يخزن النابض طاقة كامنة مرونية في الحالة 2 تتعلق بمقدار الإنضغاط اكتسبها من المجرّب.

5- نعم

6- تتحول الطاقة من النابض إلى العربة بتحويل ميكانيكي.

7- السلسلة الطاقوية للتركيب

8- تصبح الطاقة الكامنة المرونية للنابض معدومة حين يرجع النابض إلى طوله الأصلي.

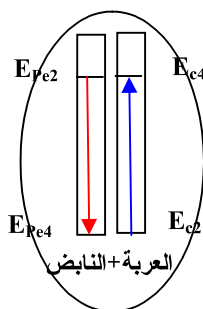
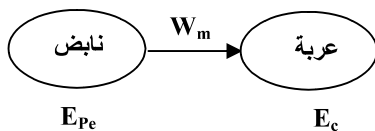
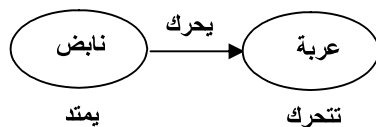
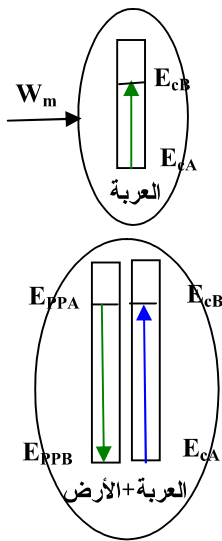
9- تكون الطاقة الحركية للعربة أعظمية في هذه الحالة حيث تتحول كل الطاقة الكامنة المرونية للنابض إلى طاقة حركية للعربة.

10- الحصيلة الطاقوية:

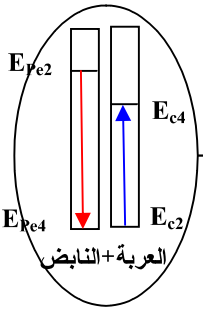
نعتبر الجملة (عربة+نابض)

الحالة 4 تمثل لحظة رجوع النابض إلى طوله

الأصلي



حالة بدون ضياع للطاقة



حالة وجود ضياع للطاقة

## 11- معادلة انحفاظ الطاقة

نعلم أن معادلة انحفاظ الطاقة تكتب على الشكل:

مجموع الطاقات الابتدائية للجoule + الطاقة المستقبلية - الطاقة المقدمة = الطاقة النهائية للجoule

- في حالة عدم وجود ضياع للطاقة تكون المعادلة:  $E_{pe2} = E_{c4} + E_{pe4}$

$$E_{c4} = E_{pe2} - E_{pe4} = -\Delta E_{pe}$$

ولكن  $E_{pe4} = 0$  لأن النابض رجع إلى حالته الطبيعية إذن:  $E_{c4} = E_{pe2}$

- في حالة وجود ضياع للطاقة تكون المعادلة:  $E_{c4} = E_{pe2} - W_m$

12- حسب معادلة الانحفاظ السابقة:  $E_{c4} = E_{pe2}$  فإن الطاقة الحركية في الوضع 4 تساوي الطاقة الكامنة المرونية في الوضع 2 وهذا ما يحقق السؤال 9.

## التمرين 27-

باختيار سطح الأرض مرجعا لحساب الطاقة الكامنة الثقالية و محور الترتيب موجه نحو الأعلى.

- المنحنى 2 هو منحنى الطاقة الكامنة الثقالية  $E_{pp}$  لأن عندما  $h$  تتناقص  $E_{pp}$  تتناقص

- المنحنى 3 هو منحنى الطاقة الحركية  $E_c$  لأن عندما  $h$  تتناقص  $E_c$  تتزايد

نلاحظ أنه إذا جمعنا في كل لحظة المنحنيين نحصل على المنحنى 1 ، إذن هذا المنحنى هو مجموع الطاقين الحركية والكامنة الثقالية فهو يمثل ما يسمى بالطاقة الميكانيكية وهي قيمة ثابتة في هذه الحالة هذا يعني أن كل الطاقة الكامنة تتحول إلى طاقة حركية، نستنتج إذن أن الجoule معزولة طاويا.

## الوحدة 2 : العمل و الطاقة الحركية (حالة الحركة الإنسحابية)

### حلول بعض التمارين (صفحة 46)

#### العمل

#### تمرين 2:

- 1- عمل قوة ثابتة  $F \cos \alpha$ .
- 2- صحيح
- 3- عمل قوة الاحتكاك  $W = -Fd$  حيث  $d$  هو طول المسافة المقطوعة.
- 4- صحيح.

#### تمرين 3:

لا يمكن التعبير عن العمل بهذه العلاقة لأن قوة الثقل غير ثابتة من A إلى B, لأن  $g$  قيمة الجاذبية الأرضية غير ثابتة بين A و B, لأنها تتعلق بالارتفاع عن سطح الأرض (كلما زاد الارتفاع نقصت قيمة الجاذبية).

#### تمرين 7:

حساب شدة القوة في كل حالة

$$F = 100 / 10 \cos \alpha \Leftrightarrow F = W / AB \cdot \cos \alpha \Leftrightarrow W = F \cdot AB \cdot \cos \alpha$$

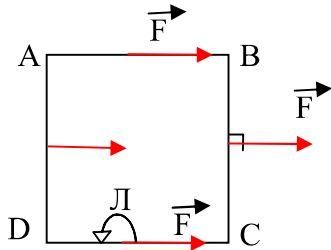
$$F = 100 / 10 \cos 0 = 10 \text{ N} \quad \alpha = 0$$

$$F = 100 / 10 \cos 30 = 11.5 \text{ N} \quad \alpha = 30$$

$$F = 100 / 10 \cos 60 = 20 \text{ N} \quad \alpha = 60$$

ملاحظة: لإنجاز نفس العمل خلال نفس المسافة، نلاحظ أنه كلما زادت قيمة الزاوية زادت شدة القوة.

#### تمرين 8:



1- حساب عمل القوة وفق كل ضلع:

وفق الضلع AB :  $W_{AB} = F \cdot AB$

وفق الضلع BC :  $W_{BC} = 0$  لأن  $\vec{BC} \perp \vec{F}$

وفق الضلع CD :  $W_{CD} = F \cdot CD \cdot \cos 180 = -F \cdot CD$

وفق الضلع DA :  $W_{DA} = 0$  لأن  $\vec{DA} \perp \vec{F}$

2-  $\vec{F}$  وفق المسار المغلق ABCDA يكون معدوماً

$$W_{AA} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CD} + W_{DA} = 0$$

3 - نتبع نفس الخطوات عندما تصنع القوة  $F$  زاوية  $\alpha = 30^\circ$  مع القطعة المستقيمة AB

$$W_{AA} = 0 \text{ نجد بعد الحساب}$$

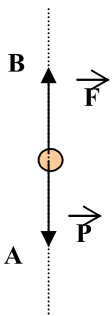
#### تمرين 9:

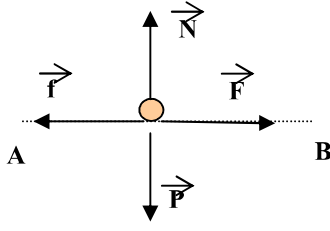
حساب العمل في الحالات التالية:

1. رفع الجسم شاقولياً

حركة الجسم مستقيمة منتظمة أي أن هناك قوة  $\vec{F}$  مطبقة على الجسم في جهة الحركة بحيث مجموع القوى يساوي صفر حسب مبدأ العطالة أي أن في هذه الحالة القوة المطبقة على الجسم تعاكس مباشرة الثقل

$$W_1 = F \cdot h = P \cdot h = 980 \cdot 10 = 9800 \text{ J}$$

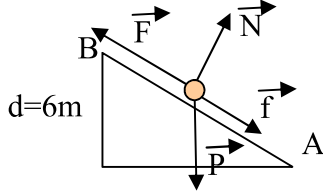




2. سحب الجسم على طريق أفقي  
عملي القوتين  $\vec{N}$  و  $\vec{P}$  معدومين لأنهما عموديان على المسار  
نسمي  $\vec{f}$  قوة الاحتكاك أي أننا نطبق قوة شدتها تساوي شدة قوة الاحتكاك.

$$W_2 = F \cdot d = 300 \cdot 10 = 3000 \text{ J}$$

3. سحب الجسم على مستو مائل



$$W_3 = F \cdot d = 980$$

في هذه الحالة يجب تطبيق قوة تعاكس قوة الاحتكاك و مركبة الثقل أي أن هناك عمليين، عمل قوة تعاكس قوة الاحتكاك و عمل قوة تعاكس الثقل

$$W_{AB} = F \cdot AB = f \cdot AB + P \cdot d$$

$$W_{AB} = 300 \cdot 10 + 980 \cdot 6 = 5880 + 3000 = 8880 \text{ J} = 8.88 \text{ KJ}$$

5- استطاعة القوة في كل حالة

نعلم أن:  $P = E/t$  حيث وحدة الاستطاعة هي الواط W

حيث: E هو التحويل الطاقوي و في هذه الحالة هو عمل القوة أي  $E = W$

t هو الزمن اللازم لإنجاز هذا العمل هنا:  $\Delta t = 55 \text{ s}$

$$P = W / \Delta t = 9800 / 55 = 178.2 \text{ W} \quad \text{الحالة 1:}$$

$$P = W / \Delta t = 3000 / 55 = 54.54 \text{ W} \quad \text{الحالة 2:}$$

$$P = W / \Delta t = 8880 / 55 = 161.45 \text{ W} \quad \text{الحالة 3:}$$

## العمل والطاقة الحركية

### تمرين 14 :

1- حساب الطاقة الحركية للحجر

باعتبار الجملة الحجر وحده معادلة انحفاظ الطاقة بين لحظة السقوط 1 و لحظة لمس الأرض 2 تكتب:

$$W_P = E_{c2}$$

ومنه نستنتج الطاقة الحركية للحجر

$$E_{c2} = P h = m g h = 60 \cdot 9.80 \cdot 40 = 23520 \text{ J}$$

2- سرعة الحجر لحظة ملامسته الأرض

$$v^2 = 2gh \quad \leftarrow \quad 1/2mv^2 = P h = m g h$$

$$v = 28 \text{ m/s} \quad \leftarrow \quad v^2 = 2 \cdot 9.80 \cdot 40 = 784 \quad (\text{m/s})^2 \quad \text{ت ع:}$$

### تمرين 16:

1- التغير في الطاقة الحركية بين الانطلاق 1 و الاقلاع 2

$$\Delta E_C = E_{C2} - E_{C1}$$

$$\Delta E_C = 1/2mv_2^2 - 1/2mv_1^2$$

بما أن السرعة الابتدائية معدومة إذن:  $\Delta E_C = 1/2 \cdot 70 \cdot 10^3 \cdot (83.33)^2 - 0 = 2.43 \cdot 10^8 \text{ J}$

2- عمل القوة المحركة:  $W = F d = 3.5 \cdot 10^5 \cdot 900 = 3.15 \cdot 10^8 \text{ J}$

### 3- الحصلة الطاقوية

باعتبار  $F$  هي القوة الوحيدة المؤثرة على الطائرة تكتب معادلة الانحفاظ:

$$W(\vec{F}) + E_{c1} = E_{c2}$$

بما أن:  $E_{c1} = 0$  إذن:  $W(\vec{F}) = \Delta E_c = E_{c2}$

4- بمقارنة قيمة عمل القوة  $F$  والتغير في الطاقة الحركية

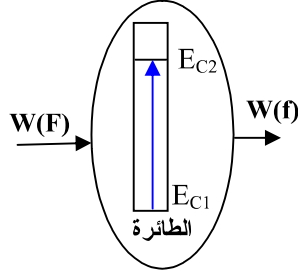
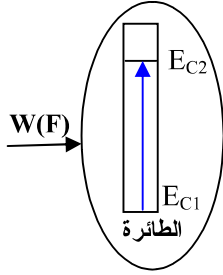
نلاحظ أن  $W(F) > \Delta E_c$  نستنتج أن هناك قوة أخرى تؤثر على الطائرة وهي معيقة فهي قوة الاحتكاك  $\vec{f}$ .

فتصبح الحصلة الطاقوية ومعادلة الانحفاظ كالتالي:

$$W(\vec{F}) - W(\vec{f}) = E_{c2}$$

حيث عمل قوة الاحتكاك تساوي :

$$-W(\vec{f}) = 3.15 \cdot 10^8 - 2.43 \cdot 10^8 = 0.72 \cdot 10^8 \text{ J}$$



### تمرين 19:

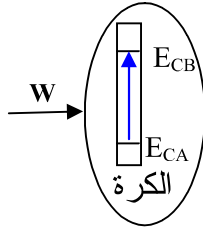
1- عمل الثقل لا يتعلق بالطريق المسلك إذن:  $W_{AB} = P \cdot h = 25 \cdot 1,8$

$$W_{AB} = 45 \text{ J}$$

2- الحصلة الطاقوية للجملة (الكرة)

3- معادلة انحفاظ الطاقة

$$E_{CB} - E_{CA} = W \leftarrow E_{CA} + W = E_{CB}$$



4- سرعة الكرة عند لمسها الأرض

$$\frac{1}{2} m v_B^2 = \frac{1}{2} m v_A^2 + W$$

$$v_B^2 = v_A^2 + 2W/m$$

$$v_B^2 = 10^2 + 2 \cdot 45 / 2.5 = 136 \text{ (m/s)}^2$$

$$v_B = 11.66 \text{ m/s}$$

### تمرين 24

السلم المستعمل نستخرجه من الرسم : 1cm (في الوثيقة) ← 2cm (في الحقيقة)

1- حساب سرعة العربة

$$v_A = 1,9 \cdot 2/2 \cdot \tau = 47.5 \text{ cm/s} \quad \text{في الموضع A:}$$

$$v_B = 3,7 \cdot 2/2 \cdot \tau = 92.5 \text{ cm/s} \quad \text{في الموضع B:}$$

2 - الطاقة الحركية في هذين الموضعين

$$E_{CA} = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot v_A^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,674 \cdot (47.5)^2 \cdot 10^{-4} = 0,076 \text{ J}$$

$$E_{CB} = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot v_B^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,674 \cdot (92.5)^2 \cdot 10^{-4} = 0,29 \text{ J}$$

3- حساب  $T_1$

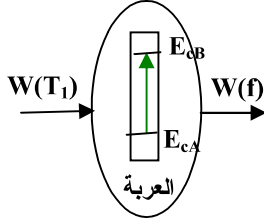
- أولاً لتبين أن القوة  $\vec{T}_1$  ثابتة نبين أن شعاع تغير السرعة  $\Delta \vec{V}$  ثابت خلال الحركة، من أجل ذلك نحسب سرعة المتحرك في مختلف النقاط ثم نستنتج قيمة  $\Delta \vec{V}$  نجدها تقريبا ثابتة .

إذن نستنتج أن القوة  $\vec{T}_1$  المطبقة على العربة من طرف الخيط ثابتة حسب ما درسناه في السنة الماضية لأن هناك علاقة طردية بين القوة و التغير في السرعة.

كيف نحسب شدة  $\vec{T}_1$ ؟

لحساب شدة  $\vec{T}_1$  ندرس ما هي القوى المطبقة على العربة، نلاحظ أن الثقل ورد الفعل النازمي هما قوتان عملهما معدوم تبقى إذن القوة  $\vec{T}_1$  و قوة الاحتكاك  $\vec{f}$  المطبقة من طرف شريط التسجيل على العربة (قوة

احتكاك داخل جهاز التسجيل مطبقة على الشريط). الحصيلة الطاقوية ومعادلة الانحفاظ في الحالة العامة تكون:



$$E_{CB} = E_{CA} + W(T_1) - W(f)$$

$$T_1 \cdot AB - f \cdot AB = E_{CB} - E_{CA}$$

$$AB (T_1 - f) = E_{CB} - E_{CA}$$

$$T_1 - f = (E_{CB} - E_{CA}) / AB$$

$$T_1 - f = (0,29 - 0,076) / 7 \cdot 10^{-2} = 1,53 \text{ N}$$

نلاحظ في هذه العبارة أنه إذا كانت قيمة  $f$  غير مهملة فلا يمكن حساب  $T_1$  في هذا السؤال، لذلك يجب حساب  $T_2$  أولاً ثم استنتاج  $T_1$ .

4- الطاقة الحركية للجسم المعلق

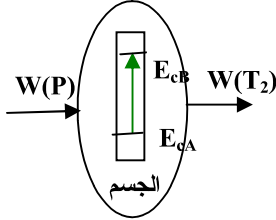
بمأن الخيط غير قابل للامتطاط فإن سرعة الجسم المعلق تساوي سرعة العربة في كل لحظة إذن:

$$E_{C2A} = 1/2 \cdot m_2 \cdot v_A^2 = 1/2 \cdot 0,443 \cdot (47,5)^2 \cdot 10^{-4} = 0,05 \text{ J}$$

$$E_{C2B} = 1/2 \cdot m_2 \cdot v_B^2 = 1/2 \cdot 0,443 \cdot (92,5)^2 \cdot 10^{-4} = 0,19 \text{ J}$$

5- حساب  $T_2$  و مقارنتها بالنقل

نكتب معادلة الانحفاظ في هذه الحالة باعتبار الجملة (الجسم)



$$E_{C2B} = E_{C2A} + W(P) - W(T_2)$$

$$P \cdot AB - T_2 \cdot AB = E_{C2B} - E_{C2A}$$

$$AB (P - T_2) = E_{C2B} - E_{C2A}$$

$$(P - T_2) = (E_{C2B} - E_{C2A}) / AB > 0$$

إذن  $P$  لا يساوي  $T_2$

استنتاج قيمة  $T_2$

بالتعويض في المعادلة السابقة نجد :  $T_2 = 3,3 \text{ N}$

6- مقارنة  $T_1$  و  $T_2$

نحسب أولاً قيمة  $T_1$  ومن أجل ذلك ندرس الجملة (الخيط)

نعتبر الخيط مهمل الكتلة، عديم الامتطاط والبكرة كذلك مهمل الكتلة، يكون الخيط خلال حركته تحت

تأثير قوتين (التي تعمل) هما  $T'_1$  و  $T'_2$  حيث شدتهما حسب مبدأ الفعلين المتبادلين تكون :  $T'_1 = T_1$

و  $T'_2 = T_2$

معادلة انحفاظ الطاقة بين  $A$  و  $B$  بالنسبة للجملة (الخيط)

$$+W(T'_2) - W(T'_1) = 0 \quad (\text{لأن كتلة الخيط مهمل و})$$

بما أن الخيط عديم الامتطاط تنتقل نقطتي تأثير القوتين بنفس المسافة

$$T'_2 AB - T'_1 AB = 0 \quad \text{ومنه}$$

$$T'_2 = T'_1$$

نستنتج أن:  $T_2 = T_1 = 3,3 \text{ N}$  (شدة)

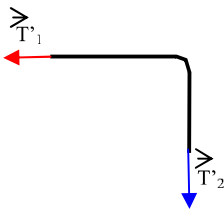
يمكن كذلك استنتاج قوة الاحتكاك

$$T_1 - f = 1,53 \text{ N}$$

$$f = T_1 - 1,53 = 3,3 - 1,53 = 1,8 \text{ N}$$

نلاحظ أن قوة الاحتكاك (القوة التي يطبقها شريط التسجيل على العربة) ليست مهملة في هذه الحالة.

ملاحظة: لو كانت أداة التسجيل هي آلة التصوير مثلاً لما وجدت هذه القوة.





### الوحدة 3: العمل و الطاقة الحركية

#### (حالة الحركة الدورانية).

### الوحدة 3: العمل والطاقة الحركية (حالة حركية الدورانية )

#### حل التمارين

#### التمرين 1

- خطأ لأن شعاع السرعة في حركة منتظمة ثابتاً في الشدة ولكن يغير اتجاهه خلال الزمن. لذا لا يمكن لجسم معزول أن يتحرك بحركة دائرية منتظمة.
- صحيح: في الواقع هذه السعة بين السرعة الخطية و السرعة الزاوية دائماً صحيحة ليس فقط في الحركة الدائرية المنتظمة.
- خطأ: لأن الطاقة ليست مقدار شعاعي و لكن الطاقة هي مقدار سلمي، لذا لا يمكن لشكل منه أن يكون مقدارا شعاعيا.
- خطأ: الطاقة الحركية هي شكل من أشكال الطاقة و وحدتها هي وحدة الطاقة أي الجول (J).
- صحيح: تعريف الحركة الانسحابية هو أن يكون لكل نقاط الجسم نفس السرعة، ومنه فإن سرعة نقطة كيفية منه هي سرعة الجسم .
- خطأ: في الحركة الدورانية ليس لكل نقاط السم نفس السرعة و لهذا فإن الطاقة الحركية للجسم تتعلق بسرعة كل نقطة مادية من هذا الجسم أي بكيفية توزيع هذه النقاط بالنسبة لمحور الدوران. يميز هذا التوزيع عزم عطالة الجسم المحرك.
- نعم: يساعد النشاط 2 من الفقرة 3-5 في فهم كيف تبدى الأجسام الصلبة التي تدور حول محور ثابت مقاومتا للأثر الدوراني التي ندعوها العطالة الدورانية.
- خطأ: تتعلق الطاقة الحركية الانسحابية بمعلم الدراسية لأن السرعة الانسحابية تحسب بالنسبة لمعلم.
- خطأ: تتعلق الطاقة الحركية الدورانية بموضع محور الدوران لأن عزم عطالة الجسم المتحرك يتعلق بمحور الدوران، أي أن كيفية توزيع نقاط الجسم الصلب تتعلق بموضع محور الدوران.
- خطأ: إذا تغيرت سرعة الجسم فإن طاقته الحركية بالضرورة تتغير.
- صحيح: لأن الطاقة الحركية دالة حالة معرفة في كل لحظة.

#### التمرين 2

$$\omega_1 = \frac{2\pi}{86400} = 7,27.10^{-5} \left( \frac{rd}{s} \right) \text{ عقرب الساعات:}$$

$$\omega_1 = \frac{2\pi}{3600} = 1,74.10^{-3} \left( \frac{rd}{s} \right) \text{ عقرب الدقائق:}$$

$$\omega_1 = \frac{2\pi}{60} = 10,47.10^{-2} \left( \frac{rd}{s} \right) \text{ عقرب الثواني:}$$

السرعة الزاوية هي النسبة بين الزاوية الممسوحة على الزمن اللازم لمسحها.

#### التمرين 3

$$\omega_T = \omega_1 = \frac{2\pi}{24.60.60} = 7,27.10^{-5} \left( \frac{rd}{s} \right)$$

#### التمرين 4

إذا رمزنا لعدد الدورات التي يدورها جسم حول محور معين في الدقيقة بالرمز N و فإن العلاقة التي تربطها بالسرعة الزاوية  $\omega$  هي:  $\omega = \frac{2\pi N}{60}$  أو  $N = \frac{60}{2\pi} \omega$  أي إذا كانت السرعة الزاوية تساوي  $2\pi \left( \frac{rd}{s} \right)$  يدور

الجسم 60 دورة في الدقيقة أي دورة في الثانية. من أجل جسم يدور 300 دورة في الثانية سرعته الزاوية تساوي:  $\omega = 2\pi N = 6.28 * 300 = 1884 \left(\frac{rd}{s}\right)$

#### التمرين 5

$$N = \frac{60}{2\pi} \omega = \frac{60 * 10}{2\pi} = 95.54 \text{ (tr / mn)}$$

#### التمرين 6

استطاعة المزدوجة هي عمل هذه المزدوجة على وحدة الزمن:  $P = \frac{M\theta}{t} = M\omega = 100 * 6 = 600W$

#### التمرين 7

$$W = M\theta = Fd\theta = 100 * 0.1 * 20\pi = 628 \text{ (J)}$$

#### التمرين 8

- سالبة لأن القوتان تعرقلان حركة الجسم.

$$W = M\theta = Fd\theta = 15 * 0.1 * 100\pi = 471 \text{ (J)} -$$

#### التمرين 9

$$W_R = -M\theta = -Fd\theta = -5 * 0.1 * 20\pi = -31.4 \text{ (J)}$$

$$W_M = M\theta = Fd\theta = 7 * 0.03 * 20\pi = 13.2 \text{ (J)}$$

العمل الكلي (سؤال لم يطرح في التمرين يستحسن طرحه):  $W = W_R + W_M = 13.2 - 31.4 = -18.2 \text{ (J)}$

#### التمرين 10

1- مدة دوران الشمس حول الأرض (الدور).

2- مدة الدورة + طول عقرب الساعة.

3- الإستطاعة + عدد دوران المحرك في الدقيقة (N).

4- الإستطاعة + عدد دوران المحرك في الدقيقة.

#### التمرين 11

$$v_1 = R_1 \omega = \frac{2\pi N R_1}{60} = \frac{6.28 * 20 * 0.25}{60} = 0.52 \text{ (m / s)}$$

$$v_2 = R_2 \omega = \frac{2\pi N R_2}{60} = \frac{6.28 * 20 * 0.5}{60} = 1.05 \text{ (m / s)}$$

#### التمرين 12

- السرعة الزاوية للقمر الاصطناعي هي نفسها للتي للأرض حول محورها:

$$\omega_s = \frac{2\pi}{24.60.60} = 7.27.10^{-5} \left(\frac{rd}{s}\right)$$

- السرعة الخطية:  $v = R\omega_s = (R_T + h)\omega_s = (6400 + 36000) * 1000 * 7.27.10^{-5} = 3080 \text{ (m / s)}$

$$v = 3080 * 3600 / 100 = 11100 \text{ km / h أي}$$

### التمرين 13

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{100000}{3600 * 0.35} = 79.4 \text{ (rd / s)}$$

السرعة الزاوية لكل عجلة:

$$\theta = \frac{s}{R} = \frac{1000}{0.35} \approx 2857 \text{ (rd)}$$

و منه  $s = R\theta$  المسافة المقطوعة

### التمرين 14

$$\omega_1 = \frac{v}{R_1} = \frac{7500 * 2}{3600 * 0.5} = 8.3 \text{ (rd / s)}$$

$$\omega_2 = \frac{v}{R_2} = \frac{7500 * 2}{3600 * 1} = 4.2 \text{ (rd / s)}$$

الزاوية الممسوحة من نقطة على العجلة الكبيرة عندما تدور العجلة الصغيرة بدورة واحدة:  $\theta = \pi \text{ (rd)}$  أي نصف دورة.

### التمرين 15

1- يستحسن لف الحبل على البكرة التي لها قطر أصغر حتى تقل شدة القوة التي تسحب الحبل على البكرة الكبيرة.

2- قوة السحب F عندما يصعد الجسم بسرعة ثابتة أي عندما يحدث تساوي العزمان اللذان يديران

$$F.R = P.r \Rightarrow F = \frac{r}{R} P = 1000 * \left(\frac{10}{50}\right) = 200 \text{ N}$$

البكرة:

3- لأن  $h = r\theta_0 = 2 \text{ m}$  الحمولة معلقة على البكرة الصغيرة.

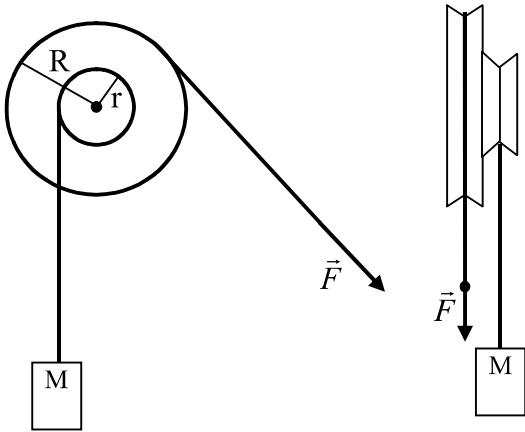
طول الحبل  $l = R\theta_0$  لأن حبل السحب على البكرة R الكبيرة و

$$l = R\left(\frac{h}{r}\right) = 10 \text{ m}$$

منه

$$\theta_0 = \left(\frac{h}{r}\right) = 20 \text{ rd}$$

4- الزاوية الممسوحة هي



### التمرين 16

القوة التي يجب تطبيقها على المقبض لجعل الملفاف في حالة توازن :

تخضع البكرة المتحركة لثلاث قوى الثقل  $\vec{P}$  توتر الخيط علي الجهتين  $\vec{T}$  و  $\vec{T}'$ .

شرط التوازن  $\vec{P} = \vec{T} + \vec{T}'$  الثقل  $\vec{P}$  مطبق في مركز البكرة (على نفس البعد  $\vec{T}$  و  $\vec{T}'$ )

$$P = 2T \quad \text{و تصبح عبارة التوازن:}$$

وكذلك الملفاف يخضع الثلاث قوى التوترين  $\vec{T}$  و  $\vec{T}'$  القوة  $\vec{F}$ .

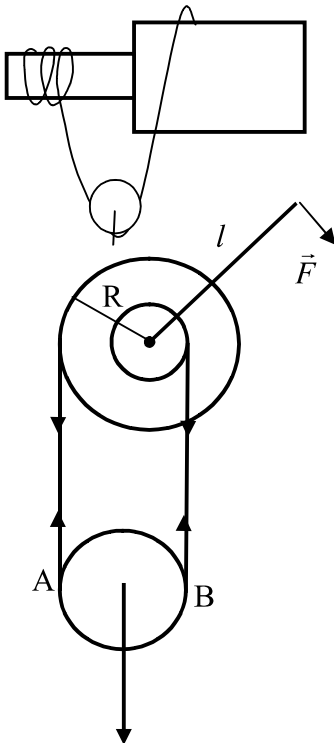
شرط التوازن ينص على أن مجموع عزوم القوى التي تحاول تدوير الملفاف في جهة عقارب الساعة يساوي إلى مجموع عزوم القوى التي تدير الملفاف في جهة المعاكسة .

$$Fl + T'r = TR \quad \text{لكن } T = T' = \frac{P}{2} \quad \text{ومنه نستنتج: } Fl = \frac{P}{2}(R - r) \quad \text{ونجد أخيرا:}$$

$$F = \frac{P}{2l}(R - r)$$

$$F = 25 \text{ N}$$

ت.ع:



تكون القوة  $F$  صغيرة كلما كان الفرق بين نصف القطرين صغيرا .  
 - في حالة ما إذا كان  $R=r$  يكون عزمي  $\vec{T}$  و  $\vec{T}'$  متساويين بحيث مهما تكن القوة  $\vec{F}$  صغيرة تدير الملفاف .le treuil

### التمرين 17

1/ لا: لأن المزدوجة العظمى تكون عند سرعة دوران المحرك 3500tr/mn و الاستطاعة العظمى عندما يدور المحرك بسرعة 6000 tr/mn .  
 ملاحظة: ورد خطأ في النص حيث أن قيمة السرعة هي 6000 و ليس 600 .

$$M = \frac{60}{2\pi N} P \quad 2/ \text{ يوافق السرعة العظمى عند الاستطاعة العظمى } P: 191 \text{ mN} = \frac{60 * 120 * 1000}{6.28 * 6000}$$

$$P = M \frac{2\pi N}{60} = \frac{170 * 6.28 * 3500}{60} = 63.2 \text{ kW} \quad 3/$$

$$P = Fv \Rightarrow F = \frac{P}{v} = \frac{120000 * 3600}{210000} = 2057 \text{ N} \quad 4/$$

### التمرين 18

الطاقة الحركية للكرة و هي تنزلق ولا تتدحرج أي أن لها حركة انسحابية و طاقتها الحركية تكتب على

$$E_c = \frac{1}{2} Mv^2 = \frac{1}{2} 0.5 * 5^2 = \frac{25}{4} = 6.25 \text{ (J)} \quad \text{شكل :}$$

2- لو كانت تدور حول محور فإن طاقتها الحركية تكتب على شكل  $E_{cR} = \frac{1}{2} J_{\Delta} \omega^2$  حيث  $J_{\Delta}$  عزم عطالة

$$\omega = \sqrt{\frac{5}{2} \left( \frac{v}{R} \right)} \approx 79 \text{ rd/s} \quad \text{و منه نستنتج:} \quad E_{cR} = \frac{1}{2} \left( \frac{2}{5} MR^2 \right) \omega^2 \quad \text{الكرة:}$$

### التمرين 19

العمل الذي يبذله لقطع مسافة  $d$ :  $w = fd = 20 * 1000 = 20 \text{ kJ}$

$$P = fv = 20 \frac{25000}{3600} \approx 139 \text{ W} \quad \text{الاستطاعة التي يبذلها:}$$

$$P' = (f + p.5\%)v = (20 + 900. \frac{5}{100}) \frac{25000}{3600} \approx 451 \text{ W} \quad \text{الاستطاعة التي سوف يبذلها:}$$

عندما يصعد الدراج طريقا مائلا تضاف مركبة النقل الموازية لاتجاه الحركة إلى قوة الاحتكاك.

### التمرين 20

مبدأ انحفاظ الطاقة: الطاقة الابتدائية + الطاقة المكتسبة - الطاقة المفقودة = الطاقة النهائية

$$E_c = 0 - P t + 0$$

بما أن الحركة دورانية:  $E_c = \frac{1}{2} J_{\Delta} \omega^2$  و منه نستنتج الزمن اللازم للأسطوانة حتى تدور، انطلاقا

$$t = \frac{m\pi^2 N^2 R^2}{3600P} = \frac{250 * 10 * 1750^2 * 0.75^2}{3600 * 3000} \approx 393 \text{ s} \quad \text{من السكون، بسرعة } 1750 \text{ tr/mn:}$$

## التمرين 21

1- الطاقة الحركية للجملة:  $Ec = Ec_b + Ec_{2m} = \frac{1}{2} J_{\Delta} \omega^2 + 2 * \frac{1}{2} m' l^2 \omega^2$  أي بعد الاختزال نجد:

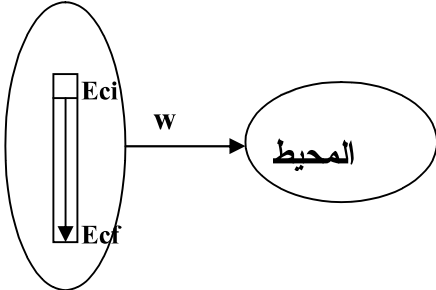
$$Ec = \frac{1}{2} \left( \frac{m}{3} + 2m' \right) \left( \frac{2\pi N l}{60} \right)^2 = \frac{1}{2} \left( \frac{0.5}{3} + 2 * 0.2 \right) \left( \frac{6.28 \cdot 100 \cdot 0.5}{60} \right)^2 = 7.76 \text{ J}$$

2- مبدأ حفظ الطاقة:  $0 = P \cdot t - 0 + Ec$  أي:

$$P = \frac{Ec}{t} = \frac{14.25}{600} = 13 \text{ mW}$$

3- عزم قوى الاحتكاك:

$$w = M_f \theta = Ec \Rightarrow M_f = \frac{Ec}{\theta} = \frac{14.25}{400 * 6.28} = 3.10^{-3} \text{ mN}$$



## التمرين 22

1- يكون جسم متحرك في حالة توازن إذا تحقق الشرطان:

- مجموع القوى المؤثرة عليه معدوم  $(\sum_i \vec{F}_i = \vec{0})$

- مجموع الجبري لعزوم الطبقة عليه معدوم  $(\sum M_{\vec{F}/\Delta} = 0)$ .

2-  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{R} = \vec{0}$  و  $M_{\vec{F}_1/O} + M_{\vec{F}_2/O} - M_{\vec{F}_3/O} + M_{\vec{R}/O} = 0$

ملاحظة:  $M_{\vec{R}/O} = 0$  لأن نقطة تطبيقها هي نفسها النقطة O. نستنتج:  $M_{\vec{F}_3/O} = M_{\vec{F}_1/O} + M_{\vec{F}_2/O}$

أي:  $M_{\vec{F}_3/O} = F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2 = F_1 \cdot OA \cdot \sin 60 + F_2 \cdot OB \cdot \sin 60$

$$\text{ت.ع.} \quad M_{\vec{F}_3/O} = 124 \frac{\sqrt{3}}{2}$$

نستنتج شدة القوة من عبارة عزمها:  $M_{\vec{F}_3/O} = F_3 OC \sin 60 = 124 \frac{\sqrt{3}}{2}$  و نجد  $F_3 = 310 \text{ N}$

3- عزم الفعل بالنسبة للمحور 0 معدوما إذا ليس له أثر دوراني لكنه يحقق

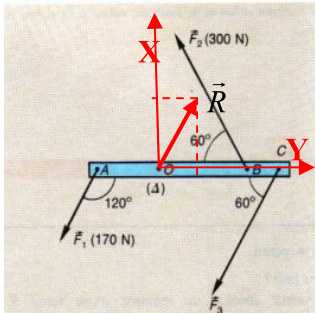
أحد شرطي التوازن:  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{R} = \vec{0}$

$$R_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = \frac{1}{2} (F_1 + F_2 + F_3)$$

$$R_y = F_{1y} - F_{2y} + F_{3y} = \frac{\sqrt{3}}{2} (F_1 - F_2 + F_3)$$

$$\text{ت.ع.} \quad R_x = \frac{1}{2} 780 = 390 \text{ N} \quad \text{و} \quad R_y = \frac{\sqrt{3}}{2} 180 \approx 156 \text{ N} \quad \text{و} \quad R = 420 \text{ N}$$

$$\text{tg}(\vec{OC}, \vec{R}) = \frac{R_y}{R_x} \rightarrow \theta = 21.8^\circ$$



## التمرين 23

$$M_{\vec{F}_1, \vec{F}_2} = F_1 (2l) = 0.4 * 6 = 2.4 \text{ mN} - 1$$

$$M_{\vec{F}_3, \vec{F}_4} = -F_3 (4l) = -0.8 * 2 = -1.6 \text{ mN}$$

$$M_{\vec{F}_1, \vec{F}_2} + M_{\vec{F}_3, \vec{F}_4} = 2.4 - 1.6 = 0.8 \text{ mN} - 2$$

3- ليس في حالة توازن

4- لازم إضافة عزم  $M = 0.8 \text{ mN}$

$$- 5 \quad F_5 = F_6 = 1 \text{ N} \quad \text{أي:} \quad M_{\vec{F}_5, \vec{F}_6} = 0.8 \text{ mN} = F_5 \cdot (0.8)$$

## الوحدة 4- الطاقة الكامنة

### حلل بعض التمارين (صفحة 86)

#### الطاقة الكامنة الثقالية

##### تمرين 2-

العبرة "الطاقة الكامنة الثقالية معرفة بتقريب ثابت" تعني أن مرجع حساب الطاقة الكامنة الثقالية اختيري.

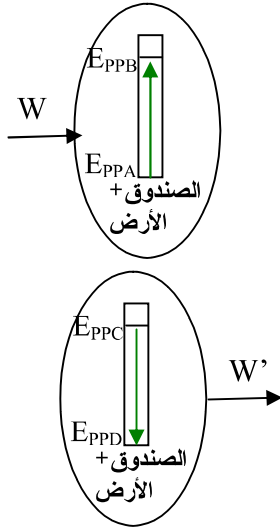
باختيار محور الترتيب موجه نحو الأعلى نكتب في الحالة العامة عبارة الطاقة الكامنة الثقالية على الشكل:  $E_{pp} = mgz + cte$

باختيار الطاقة الكامنة الثقالية تساوي صفرا عندما  $z=0$  تصبح العبارة:  $E_{pp} = mgz$

##### تمرين 3-

إذا اخترنا الجملة هي الجسم دون الأرض فإنه لا يمكن التحدث عن طاقة كامنة ثقالية، لأن الطاقة الكامنة الثقالية هي طاقة تتعلق بموضع الجسم بالنسبة للأرض داخل الجملة.

##### تمرين 5-



1- الحصلة الطاقوية للجملة بين A و B

2- معادلة انحفاظ الطاقة  $W + E_{PPA} = E_{PPB}$

باختيار  $E_{PPA} = 0$  نكتب المعادلة  $W = E_{PPB}$

3- عمل قوة الكابل من A الى B

$$W_{AB} = E_{PPB} = m g h = m g AB$$

$$W_{AB} = 500 \times 9.80 \times 6 = 29400 \text{ J}$$

4- عمل قوة الكابل من B الى C

العمل معدوم لأن القوة عمودية على الانتقال

5- عمل قوة الكابل من C الى D

$$-W' = W_{CD} \quad E_{PPC} - W' = E_{PPD} = 0$$

$$-E_{PPC} = -W' = W_{CD}$$

$$W_{CD} = -W_{AB} = -29400 \text{ J} \quad \text{إذن} \quad E_{PPB} = E_{PPC}$$

6- عمل هذه القوة من A الى D يكون معدوما

##### تمرين 7-

يستحسن كتابة عبارة الطاقة الكامنة الثقالية باستعمال المتغير  $z$  بدلا من  $h$

نكتب:  $E_{pp} = M g z$  (باختيار محور الترتيب موجه نحو الأعلى)

1- الطاقة الكامنة للجملة في حالة:

أ- المرجع في  $O_1$  (سطح الأرض)

$$E_{PP1} = M g z_1 = 1025 \times 9.80 \times 39 = 2.7 \times 10^5 \text{ J}$$

مع  $z_1 = 39 = 27 \text{ m}$  حيث علو كل طابق هو  $3 \text{ m}$

ب- المرجع في  $O_2$  (الطابق التاسع)

$$E_{PP2} = M g z_2 = 0$$

لأن  $z_2 = 0$

ج- المرجع في  $O_3$  (الطابق العاشر)

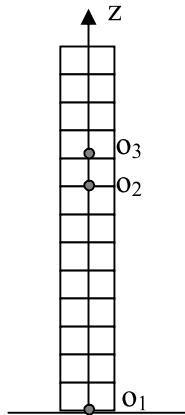
$$E_{PP3} = M g z_3$$

$$E_{PP3} = 1025 \times 9.80 \times (-3) = -0.3 \times 10^5 \text{ J} \quad \text{إذن} \quad z_3 = -3 \text{ m}$$

2- عمل قوة الكابل من الطابق الأرضي الى الطابق التاسع

$$W = E_{PPB}$$

$$W = E_{PPB} = E_{PP1} = 2.7 \times 10^5 \text{ J}$$



### 3- استطاعة القوة

$$P=E/t = W/t$$

بما أن المصعد له حركة مستقيمة منتظمة إذن  $t=z/v$  بالتعويض في عبارة P نحصل على:

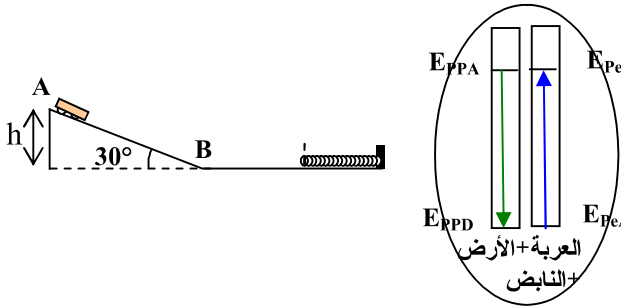
$$P= W/t=W v /z$$

$$P= 2.7 \cdot 10^5 \cdot 1.2 / 27 = 0.12 \cdot 10^5 \text{ Watt}$$

### الطاقة الكامنة المرونية

#### تمرين 12-

1- باختيار الجملة (عربة+الأرض+الناض) تتحول الطاقة الكامنة الثقالية للجملة في الوضع A الى طاقة حركية في الوضع B ثم الى طاقة كامنة مرونية تظهر في الناض عندما ينضغط كلية في الوضع D.



2- الحصيلة الطاقوية بين الوضعين A و D

3- معادلة انحفاظ الطاقة

$$E_{PPA} = E_{PeD}$$

$$Mgh = 1/2 kx^2$$

4- أقصى انضغاط للناض

$$MgAB \sin 30^\circ = 1/2 kx^2$$

$$x = 12.5 \text{ cm}$$

5- شدة القوة المطبقة من طرف الناض في هذا الوضع

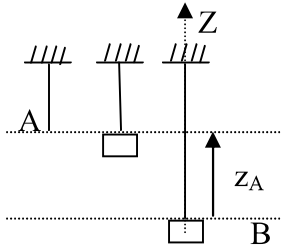
$$T = kx$$

$$T = 400 \cdot 12.5 \cdot 10^{-2} = 50 \text{ N}$$

6- بالاعتماد على مبدأ انحفاظ الطاقة و بإهمال قوى الاحتكاك تصعد العربة حتى الوضع A بعد استطالة الناض حيث تتحول كل الطاقة الكامنة المرونية الى طاقة كامنة ثقالية.

7- الهدف من هذا السؤال هو تمثيل الحصيلة الطاقوية ثم إيجاد الطاقة الحركية للعربة لحظة ملامستها للناض ثم دراسة تحويل الطاقة من العربة الى الناض.

#### تمرين 13:



نختار النقطة B مبدأ الترتيب التي توافق أقصى استطالة للناض مرجعا لحساب الطاقة الكامنة الثقالية.

عبارة الطاقة الكامنة الثقالية تكون:  $E_{PP} = mgz$

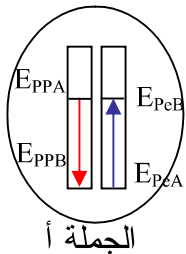
1 الحصيلة الطاقوية و معادلة انحفاظ الطاقة في الحالات:

أ- الجملة (الجسم + الناض + الأرض)

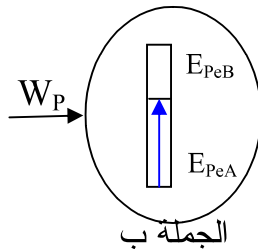
$$E_{PPA} = E_{PeB}$$

ب- الجملة (الجسم+الناض)

حيث  $W_P = E_{PeB}$  هو عمل قوة الثقل



الجملة أ



الجملة ب

3- حساب أقصى استطالة

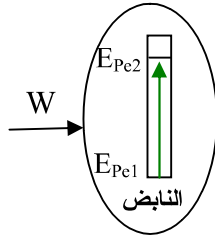
$$E_{PPA} = E_{PeB}$$

$$m \cdot g \cdot z_A = 1/2 K \cdot z_A^2$$

$$z_A = 2mg/K = 2 \cdot 0.2 \cdot 9.80 / 10 = 0.39 \text{ m} = 39 \text{ cm}$$

4- الطاقة الكامنة المرونية للناض  $E_{Pe} = 1/2 K \cdot z_A^2 = 1/2 \cdot 10 \cdot 0.39^2 = 0.76 \text{ J}$

## تمرين 16-



1- نمثل الحصىلة الطاقوية للجملة ( النابض )  
ثم نكتب معادلة انحفاظ الطاقة على النحو التالي:

$$W = E_{Pe}$$

ومنه الطاقة الكامنة المرونية تساوي عمل المزدوجة

$$E_{Pe} = W = 10 \text{ J}$$

2- ثابت الفتل C

$$E_{Pe} = 1/2 \cdot C \cdot \theta^2 = W$$

$$C = 2W / \theta^2 = 2 \cdot 10 / (10 \cdot 2\pi)^2$$

$$C = 0,005 \text{ Nm/rd}$$

ملاحظة: في هذه العبارة وحدة الزاوية هي الراديان (rd) ووحدة ثابت الفتل هي (Nm/rd)

3- تحولات الطاقة

باعتبار الجملة (الناضض+العربة).

عند ترك النابض لحاله فإن الطاقة الكامنة المرونية المخزنة فيه تتحول إلى طاقة حركية في العربة وذلك بتدوير عجلات العربة عند امتداده ورجوعه.

4- الحصىلة الطاقوية و معادلة الانحفاظ

$$E_{Pe1} = E_{C2}$$

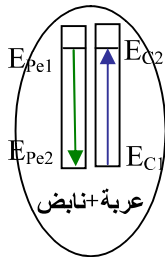
5- الطاقة الحركية للسيارة عندما يرجع النابض إلى حالته الطبيعية

$$E_{Pe1} = E_{C2} = W = 10 \text{ J}$$

سرعة العربة عندئذ:

$$E_{C2} = 1/2 \cdot m \cdot v^2 = W$$

$$v^2 = 2W/m \rightarrow v = 14,14 \text{ m/s}$$





## الوحدة 5: الطاقة الداخلية

### حلول بعض التمارين

#### التمرين 1

نسمي جملة كل جسم أو جزء منه أو مجموعة أجسام نختارها قصد دراستها. لهذه الجملة حدود حقيقية أو وهمية تحيط بعناصرها.

#### التمرين 2

"الطاقة لا تستحدث و لا تزول، إذا اكتسبت جملة ما طاقة أو فقدتها فإن هذه الطاقة تكون بالضرورة قد أخذتها من جملة (أو جمل) أخرى أو قدمتها لها".  
الطاقة الابتدائية للجملة + الطاقة المستقبلية - الطاقة المقدمة = الطاقة النهائية للجملة

#### التمرين 3

للطاقة الداخلية لجملة مركبات تتعلق بنوع الجملة و التغيرات التي تطرأ عليها.  
تقسم هذه المركبات إلى أربعة أنواع:  
 $\infty$  طاقة حركية ميكروسكوبية ناتجة عن حركة الجسيمات المكونة للجملة و هي عادة حركة عشوائية.  
 $\infty$  طاقة كامنة ميكروسكوبية ناتجة عن كل التأثيرات المتبادلة بين مختلف مكونات الجملة:  
الطاقة الكامنة النووية الناتجة عن تماسك النواة  
الطاقة الكامنة الكهربائية الناتجة عن التفاعل الكهربائي بين الإلكترونات و البروتونات المكونة لذرات الجملة.  
الطاقة الكامنة المرونية الناتجة عن التشوه الذي يحدث للأجسام الصلبة.  
 $\infty$  طاقة داخلية فيزيائية تتعلق بالحالة الفيزيائية للجملة.  
 $\infty$  طاقة داخلية كيميائية ناتجة عن التفاعل الكيميائي.

#### التمرين 4

لا: يمكن للجملة أن تستقبل نفس الطاقة التي تفقدها فان طاقتها تبقى ثابتة ولكنها تتبادل الطاقة مع الوسط الخارجي , إذا ليست بالضرورة معزولة.

#### التمرين 5

لا: خلال تغير الحالة الفيزيائية لجملة (ذوبان الجليد مثلاً ) فان الجملة تستقبل طاقة من الوسط الخارجي دون أن ترتفع درجة حرارتها.

#### التمرين 6

التحولات الماصة للحرارة هي :-الانصهار، التبخير و التسامي  $Q = m L_v$  ،  $Q = m L_f$

#### التمرين 7

التحولات الناشئة للحرارة هي :-التجمد، التميع و التكثيف:  $Q' = -m L_v$  ،  $Q' = -m L_f$

#### التمرين 8

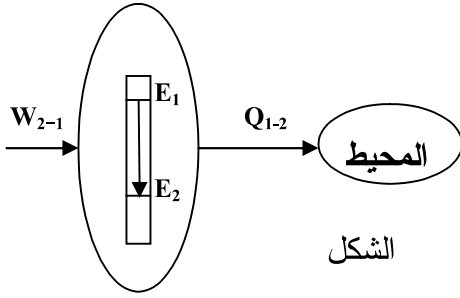
استطاعة تحويل حراري هي النسبة بين التحويل الحراري على المدة الزمنية التي يستغرقها هذا التحويل:

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{mc\Delta\theta}{t} \text{ ت.ع.} : P = \frac{0.5 * 4185 * 60}{20 * 60} \approx 105 \text{ W}$$

### التمرين 9

$$Q = P.t = 500 * 3600 = 1,8 \text{ MJ}$$

### التمرين 10



1- الجملة غير معزولة لأنها تتبادل الطاقة مع الوسط الخارجي.

2- التمثيل المبين على الشكل

$$P = \frac{W_{1-2}}{t_2 - t_1} = \frac{6500}{10} = 650 \text{ W} \quad -3$$

### التمرين 11

- في البداية (مباشرة بعد وضع القطعة المعدنية ) تكون الجملة في حالة غير متوازنة ثم يبدأ حدوث تبادل حراري بين عناصر الجملة.
- يحدث التحويل الحراري تلقائيا من الجملة الساخنة نحو الجملة الباردة .

### التمرين 12

- 1- درجة حرارة المادتين
- 2- يساوي التحويل المفقود
- 3- بالكثافة الحجمية للمادة

### التمرين 13

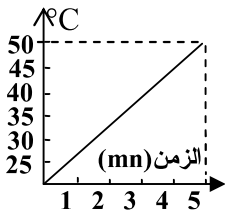
-  $Q = mc\Delta\theta = 2 * 390 * 190 = 148.2 \text{ kJ}$  ، الطاقة الداخلية

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{148200}{3 * 60 + 5} = 801 \text{ W}$$

### التمرين 15

$$C = 0.45 * 890 + 4185 + \frac{2}{3} 4185 + \frac{1}{4} \frac{1}{2} 4185 \approx 7899 \left( \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right) \text{ ت.ع.} \quad C = m_{Al}c_{Al} + Mc_e + mc + m_hc_h \quad -$$

$$Q = C\Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{C} = \frac{270000}{7899} \approx 34 \quad - \quad \theta_f = 20 + \Delta\theta = 54^\circ\text{C} \quad \text{درجة الحرارة النهائية للجملة:}$$



### التمرين 16

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{mc\Delta\theta}{t} \Rightarrow c = \frac{Pt}{m\Delta\theta} = \frac{420 * 5 * 60}{1 * (50 - 20)} = 4200 \left( \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right)$$

### التمرين 17

- 1- تبدأ درجة حرارة القطعة الجليدية ترتفع , باكتساب تحويل حراري من الوسط الخارجي حتى تصبح درجة حرارة القطعة الجليدية 0° وعندها تتحول حالتها من صلب إلى سائل عند نفس درجة الحرارة .
- بعدها تتحول كل القطعة إلى سائل تواصل درجة الحرارة في الارتفاع وبعد مدة كافية ,تصل درجة الحرارة النهائية إلى درجة الحرارة المحيطة 20°C.

الحالة النهائية هي عبارة عن 75g من الماء داخل إناء عند درجة حرارة 20°C.

2- قيمة التحويل الحراري Q الذي امتصته القطعة الجليدية:  $Q = m_g c_g \Delta\theta_g + m_g L_f + m_e c_e \Delta\theta$

$$Q = 0.075 * 2090 * 15 + 75 * 330 + 0.075 * 4185 * 20 \approx 33.4 \text{ kJ} \quad \text{ت.ع.}$$

## التمرين 18

$$Q = m_g c_g \Delta \theta_g + m_g L_f + m_e c_e \Delta \theta$$

$$Q = 0.020 * 2090 * 6 + 20 * 330 + 0.020 * 4185 * 30 \approx 9.36 \text{ kJ} \text{ ت.ع:}$$

## التمرين 19

- في الحالة إضافة كمية من الماء عند  $0^\circ\text{C}$  للماء الموجود في الكأس فان هذا الأخير يفقد التحويل الحراري

$$Q_l = mc_e(\theta_f - \theta_i) = m'c_e(\theta - \theta_f) \text{ الذي يكتسبه الماء المضاف:}$$

$$\theta_f = \frac{m\theta_i + m'\theta}{m + m'} \text{ حيث تصبح درجة الحرارة النهائية:}$$

- في حالة القطعة الجليدية عند نفس درجة الحرارة  $Q'_l = mL_f + mc_e(\theta_f - \theta_i) = m'c_e(\theta - \theta_f)$

$$\theta_f = \frac{m\theta_i + m'\theta}{m + m'} - \frac{L_f}{c_e} \text{ حيث تصبح درجة الحرارة النهائية:}$$

## التمرين 20

1- حالة المادة :

- في الفترة أ كانت المادة في حالتها الصلبة

- في الفترة ب كانت المادة تتحول من الصلب إلى السائل

- في الفترة ج كانت المادة في حالتها السائلة

- في الفترة د كانت المادة تتحول من السائل إلى غاز

2- درجة حرارة انصهار المادة هي الدرجة التي تمر بها الحالة ب أي :

$$\theta = 60^\circ\text{C}$$

أما درجة غليانها في التحول الذي يحدث في الفترة د أي :  $\theta = 120^\circ\text{C}$

$$3- \text{ في الحالة الصلبة يعني الفترة أ: } c = \frac{P\Delta t}{m\Delta \theta} = \frac{400 * 60}{60} = 400 \left( \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \right)$$

$$\text{في الحالة السائلة يعني الفترة ج: } c = \frac{P\Delta t}{m\Delta \theta} = \frac{400 * 3 * 60}{60} = 1200 \left( \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \right)$$

$$4- \text{ السعة الكتلية للانصهار (الفترة ب) : } mL_f = P\Delta t \Rightarrow L_f = \frac{P\Delta t}{m} = \frac{400 * 2 * 60}{1} = 4800 \left( \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right)$$

$$\text{السعة الكتلية للتبخير (الفترة د) : } mL_v = P\Delta t \Rightarrow L_v = \frac{P\Delta t}{m} = \frac{400 * 4 * 60}{1} = 9600 \left( \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right)$$

## التمرين 21

تعيين الحالة النهائية للجملة:

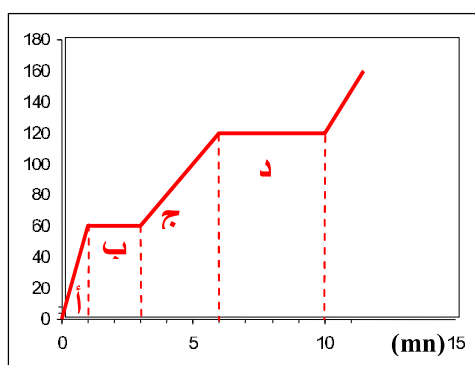
1- التحويل الحراري الذي يمكن أن يمتصه الماء و المسعر بدون تغير الحالة الفيزيائية للماء:

$$Q_l = (M + \mu)c_e(\theta - \theta_f) = 0.625 * 4185 * 15 = 39.234 \text{ kJ}$$

2- التحويل الحراري الذي تفقده القطعة النحاسية إذا افترضنا درجة الحرارة النهائية  $0^\circ\text{C}$ :

$$Q_2 = m_{Cu}c_{Cu}(\theta_f - \theta_i) = 0.3 * 390 * 15 = 1.755 \text{ kJ} \text{ نستنتج إذا أن درجة الحرارة النهائية أكبر من}$$

$$\theta_f = \frac{(M + \mu)c_e\theta + m_{Cu}c_{Cu}\theta_i}{(m + \mu)c_e + m_{Cu}c_{Cu}} = \frac{39234 - 0.3 * 390 * 25}{0.625 * 4185 + 0.3 * 390} = \frac{36309}{2733} \approx 13.3^\circ\text{C} : 0^\circ\text{C}$$



## التمرين 22

1- التحويل الحراري الذي يكتسبه الماء خلال دقيقة واحدة:

$$Q = D * 60 * \rho * c_e * (\theta_f - \theta_i) = 0.1 * 60 * 1 * 4185 * 50 \approx 1.25 \text{ MJ}$$

2- التحويل الحراري الذي يولده احتراق الغاز خلال دقيقة واحدة:  $Q_g = 1.2 * Q \approx 1.5 \text{ MJ}$

3- معدل جريان الغاز المستهلك:

## التمرين 23

1- الحصيلة الطاقوية ممثلة الشكل التالي:

2- درجة الحرارة التي يخرج بها الماء الساخن:

$$E_r = P * S = 1000 * 200 = 200 \text{ kW}$$

الطاقة الإشعاع الشمسي: التحويل الحراري الذي يمتصه الماء خلال ثانية من الزمن (الاستطاعة):

$$Q = \rho * E_r = 0.87 * 200 = 174 \text{ kJ}$$

$$Q = D * I * c_e (\theta_f - \theta_i) \Rightarrow \theta_f = \theta_i + \frac{Q}{D c_e} = 15 + \frac{174000}{0.8 * 4185} = 67^\circ\text{C}$$

## التمرين 24

1- الطاقة الممتصة في المحول خلال سنة:

$$Q = D * \rho_e * 365 * 24 * c_e * (T_1 - T) = 200 * 1000 * 365 * 24 * 4185 * 50 = 367 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

$$M = \frac{Q}{\text{tep}} = \frac{367000}{42} = 8738 \text{ tonnes}$$

$$v = \frac{M}{\rho_p} = \frac{8738 * 1000}{800} = 10923 \text{ m}^3$$

## التمرين 25

1- يمتص الجليد و المسعر تحويل حراري  $Q_1$  حتى ترتفع درجة حرارتهما من  $-20^\circ\text{C}$  إلى  $0^\circ\text{C}$ :

$$Q_1 = (mc + m' c') (T_2 - T_1)$$

$$Q_2 = mL_f \text{ و تكون قطرات الماء قد فقدت التحويل } Q_3 = d \cdot \theta \cdot c_e (T - T_2) \text{ و من مبدأ نحفاظ}$$

$$\text{الطاقة فإن: } Q_1 + Q_2 = Q_3 \text{ ثم نستنتج عبارة } L_f.$$

2- حتى ترتفع درجة حرارة المسعر من  $0^\circ\text{C}$  إلى  $20^\circ\text{C}$  يجب أن يستقبل تحويل حراري  $Q'_1$ :

$$Q'_1 = \{c_e (m + d\theta) + c' m'\} (T_3 - T_2)$$

$$Q'_2 = c_e d \theta' (T - T_3) \text{ و من مبدأ نحفاظ الطاقة فإن: } Q'_1 = Q'_2 \text{ ثم نستنتج عبارة } \theta'.$$

3- التحويل الحراري الذي فقدته قطعة الألمنيوم:  $Q''_1 = m_1 c_{Al} (T'_1 - T'_2)$ . امتص المسعر و الكمية

$$M = m + d(\theta + \theta') \text{ من الماء التحويل } Q''_2 = \{m \cdot c_e + c_e \cdot d(\theta + \theta') + c' m'\} (T'_2 - T_3) \text{ و من}$$

مساواة التحويلين نستنتج  $c_{Al}$ .

4- و من مبدأ نحفاظ الطاقة فإن التحويل الممتص من الغاز المثالي هو نفسه المفقود من قطعة الألمنيوم:

$$m_1 c_{Al} (T'_1 - T'_3) = C \frac{v}{22.4} (T'_3 - T_2)$$

الكتلة M

و  $C = M c_2$

الجزئية للغاز و  $c_2$  سعته الحرارية الكتلية.