2 نموذج للطاقة و انحفاظها : (1 سا + 1 سا : درس نظري)

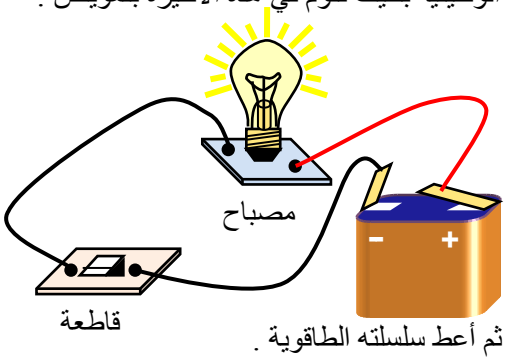
2 ـ 1°) مفهوم السلسلة الطاقوية : نطوّر النموذج المستعمل في السلسلة الوظيفية إلى نموذج آخر (الوثيقة المرفقة أدناه) يعبّر بوضوح أكثر عن مراحل الحصول على الفعل النهائي في تركيب ما ؛ إذ نربط في هذا النموذج الجديد بين **الجمل** بسلسلة تدعى : **السلسلة الطاقوية** ، تكتب فيها أسماء الجمل (**الأجسام**) ، و **أشكال الطاقة** ، و **أنماط التحويل** الموافقة .

نموذج السلسلة الطاقوية

• **ملاحظة :** لتمثيل السلسلة الطاقوية الموافقة لتركيب معين نعتمد على سلسلته الوظيفية بحيث نقوم في هذه الأخيرة بتعويض :

ـ 1°) "أفعال الأداء" بـ **"أنماط التحويل"** و هي أربعة أنماط :
- **ـ نمط تحويل ميكانيكي (W_m) .**
- **ـ نمط تحويل كهربائي (W_e) .**
- **ـ نمط تحويل حراري (Q) .**
- **ـ نمط تحويل إشعاعي (E_r) .**

ـ 2°) "أفعال الحالة" بـ **"أشكال الطاقة"** و هي ثلاث : **ـ طاقة حركية (E_c) .**
ـ طاقة كامنة (E_p) .
ـ طاقة داخلية (E_i) .



• **مثال** : مثل السلسلة الوظيفية الموافقة للتركيب الممثل بالشكل المرفق أعلاه ، ثم أعط سلسلته الطاقوية .

• **الجواب :** ـ السلسلة الوظيفية مرفقة بالسلسلة الطاقوية :

2 ـ 2°) أشكال الطاقة و أنماط تحويلها (سبل تحويلها):

2 ـ أ°) أشكال الطاقة : هناك شكلان على المستوى العياني (الماكروسكوبي) ، و هما :

• **الطاقة الحركية :** هي طاقة تتعلق بحركة الجسم (الجملة) ، أي لها علاقة بسرعته(ها) في معلم معين ، و يرمز لها بالرمز (E_c) .

• **الطاقة الكامنة :** هي طاقة تتعلق بموضع الجملة (الجملة القابلة للتشوه بسبب التأثيرات المتبادلة بين الأجسام) ، و أحيانًا تعرف بـ **"طاقة الموضع"** ، و يرمز لها بالرمز (E_p) ، و نميز ثلاثة أنواع :

ـ الطاقة الكامنة الثقالية : و هي الطاقة التي يختزنها جسم نتيجة وجوده بالقرب من الأرض ، و يرمز لها بالرمز (E_{pp}) .

ـ الطاقة الكامنة المرونية : هي طاقة تتعلق بمقدار تشوه الجسم المرن (نابض ، سلك مطاطي ، ...) ، و يرمز لها بالرمز (E_{pe}) .

ـ الطاقة الكامنة الفتلية : و هي الطاقة المختزنة في جسم قابل للفتل (سلك فتل) عند تشوهه ، و يرمز لها بالرمز (E_{pt}) .

و شكل واحد على المستوى المجهري (الميكروسكوبي) و هو :

• **الطاقة الداخلية :** هي طاقة تتعلق بالحالة المجهرية للجملة أي لها علاقة مباشرة بالطاقة الحركية للجسيمات (الدقائق) المكونة لهذه الجملة و بمختلف التأثيرات بين هذه الجسيمات (تصادمات ، احتكاكات ، ...) .

2 ـ ب°) أنماط تحويل الطاقة : تتحول الطاقة من جسم إلى جسم آخر أو من جملة إلى جملة أخرى وفق أربعة سبل أو أنماط مختلفة حسب الحالة :

• **تحويل ميكانيكي :** و يرمز له بالرمز W_m ، و يتحقق هذا التحويل بواسطة قوة أو مجموعة قوى عند حدوث انتقالات لنقاط تطبيق هذه القوى .

• **تحويل كهربائي :** و يرمز له بالرمز W_e ، و يتحقق هذا التحويل عندما يعبر تيار دارة كهربائية .

• **تحويل بالإشعاع :** و يرمز له بالرمز E_r ، و يحدث هذا التحويل عندما يرسل جسم أو يستقبل إشعاعًا كهرمغناطيسيًا (ضوءًا مرئيًا أو غير مرئي) بحيث لا يحتاج هذا النوع من التحويل لوجود وسط مادي لأن الإشعاع الكهرومغناطيسي بإمكانه الانتشار حتى في الفراغ

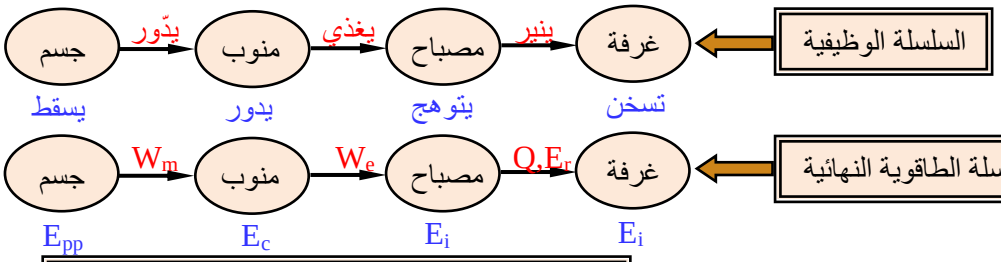
• **تحويل حراري :** و يرمز له بالرمز Q ، يحدث عادة هذا النوع من التحويل عندما تتلامس أجسام ليس لها نفس درجة الحرارة .

• **ملاحظة :** بعض أفعال الأداء و أفعال الحالة مقترنة بالتعبير العلمي المكافئ (أنظر الجدول)

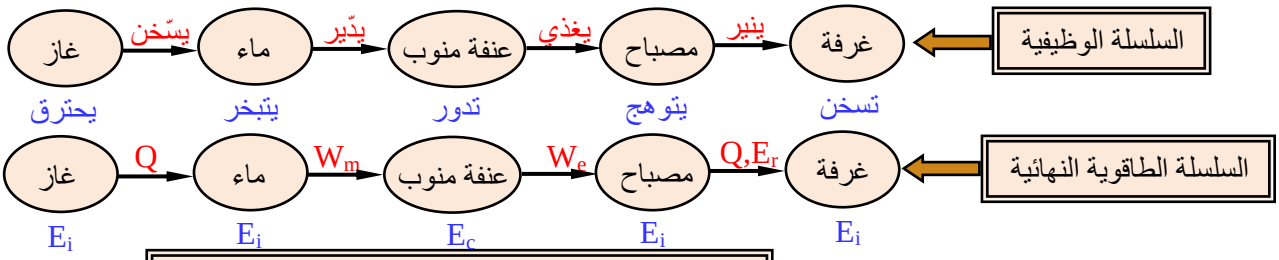
أفعال الأداء		أفعال الحالة	
يُحرّك ← تحويل ميكانيكي W_m يُغذّي ← تحويل كهربائي W_e	يُسخّن ← تحويل حراري Q يُشِعّ ← تحويل اشعاعي E_r	يتقدم ، يتراجع ، يدور ، ... ← طاقة حركية E_c يرتفع ، ينزل ← طاقة كامنة ثقالية E_{pp}	يمتد ، ينضغط ← طاقة كامنة مرونية E_{pe} يسخُن ← طاقة داخلية E_i

● **الأنشطة :** أرسم السلاسل الطاقوية النهائية الموافقة للسلاسل الوظيفية التي شكلتها سلفًا و الخاصة بالوضعيتين الإشكاليتين (1) ، (4) مبينًا في كل سلسلة أسماء الجمل و أشكال الطاقة و أنماط التحويلات الطاقوية الموافقة مستعينًا بالمثال المدروس سابقًا .

● **الجواب :**



الوضعية الاشكالية ① : اشعال مصباح بواسطة حجر



الوضعية الاشكالية ② : اشعال مصباح بواسطة موقد غاز

2° ـ 3°) استطاعة التحويل : تسمى غزارة تحويل الطاقة بـ "**استطاعة التحويل**" لهذه الطاقة ، لأن تحويلات الطاقة بين الجمل لا تتم بنفس الطريقة و لا بنفس السرعة ، وتشير **استطاعة التحويل** إلى الطاقة المحولة في واحدة الزمن .

إذا كانت **E** تمثل الطاقة المحولة ، و كانت **t** تمثل مدة تحويلها ، فإن **استطاعة التحويل P** تعطى بالعلاقة : $P = E / t$

حيث الوحدة الدولية للاستطاعة هي **الواط** (**W**) بينما وحدة الطاقة هي **الجول** (**J**) ، و وحدة الزمن هي **الثانية** (**s**) أي :

1 واط = 1 جول \ ثانية ⇔ $1\ Watt = 1\ Joule / seconde$ أو $1\ W = 1\ J.s^{-1}$.

● **ملاحظة :** عادة تقدر الطاقة بوحدة **الكيلو واط الساعي** (**kW.h**) حيث : $1\ kW.h = 3600\ kJ$.

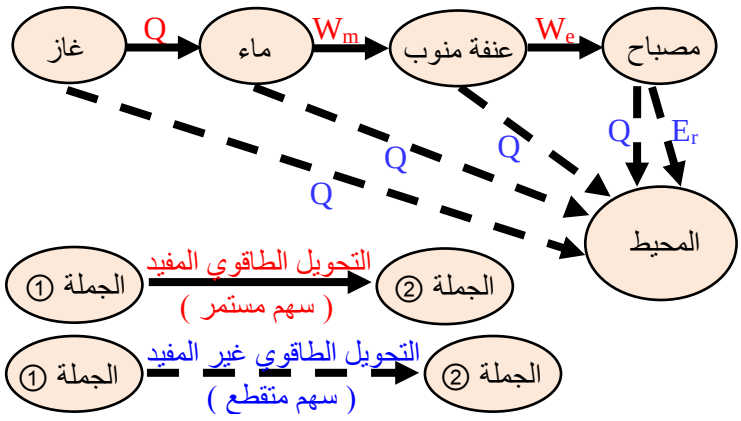
2° ـ 4°) مبدأ انحفاظ الطاقة : يفسر العلم كل الظواهر الفيزيائية و الكيميائية بواسطة مقدار يدعى **الطاقة** الذي ينتقل من جملة إلى جملة أخرى مع تغير شكله (في أغلب الحالات) و يخضع إلى **مبدأ الانحفاظ** الذي نصه كما يلي :

4°ـ أ) نص المبدأ :

> **" الطاقة لا تستحدث و لا تزول ، إذا اكتسبت جملة ما طاقة أو فقدتها ، فإنها بالضرورة أخذتها من جملة أو جمل أخرى أو قدمتها لها "**

4° ـ ب) التحويل المفيد و التحويل غير المفيد : إن مبدأ انحفاظ الطاقة لا ينطبق فقط على الطاقة المفيدة (غير الضائعة) و لكنه ينطبق على كل أشكال الطاقة بما فيها غير المفيدة (الطاقة الضائعة) ، و من أجل احترام هذا المبدأ يجب الأخذ بالحسبان تحويلات الطاقة نحو المحيط حتى و إن كانت غير معتبرة (طفيفة) مما يستوجب منا الترميز بفكرة **التفرع** للسلسلة الطاقوية .

● **مثال :** يتم إثراء الترميز الموافق للسلاسل الطاقوية كما هو موضح بالشكل المقابل بحيث يُمثَّل **التحويل الطاقوي المفيد** بواسطة **سهم متصل** و يُمثَّل **التحويل الطاقوي غير المفيد** بواسطة **سهم متقطع** كما يبينه النموذج المرفق الموالي :



4° ـ جـ) معادلة انحفاظ الطاقة :

عندما تنتقل جملة معينة من **الحالة (1)** في اللحظة t_1 إلى **الحالة (2)** في اللحظة t_2 يمكن لطاقتها أن تتغير . يكون هذا التغير ناتج عن تحويلات طاقوية متبادلة بين الجملة و الوسط الخارجي .

اعتمادا على مبدأ انحفاظ الطاقة تكتب معادلة الانحفاظ على النحو التالي :

الطاقة الابتدائية للجملة + الطاقة المستقبلة ـ الطاقة المقدّمة = الطاقة النهائية للجملة ⇔ $E_2 = E_1$.

● **نتائج & ملاحظات :** ـ **الطاقة المستقبلة** هي الطاقة التي تستقبلها الجملة (من الوسط الخارجي أو من جملة أخرى) خلال التحويل .

ـ **الطاقة المقدّمة** هي الطاقة التي تفقدها الجملة خلال التحويل .

ـ في حالة **التحويل الميكانيكي** تقاس هذه الطاقة بقيمة عمل القوى W_m أو في حالة **التحويل الحراري** بقيمة التحويل **Q** .

ـ اصطلاحا : تعدّ الطاقة موجبة إذا اكتسبتها الجملة ، و تعدّ الطاقة سالبة في الحالة المعاكسة (إذا فقدتها الجملة) .

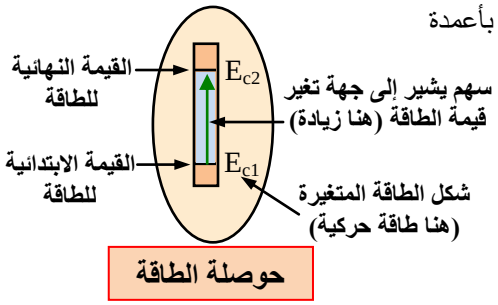
ـ إذا كانت الجملة لا تتبادل الطاقة مع الوسط الخارجي فهذا يعني أنها لا تستقبل و لا تقدم طاقة و بالرجوع إلى معادلة الانحفاظ الطاقوي نجد : **الطاقة النهائية للجملة = الطاقة الابتدائية للجملة** وتدعى مثل هذه الجمل : **جمل معزولة طاقويًا** .

4° ـ د) الحصيلة الطاقوية :

يستعمل النموذج المبين بالمثال أدناه للتعبير عن تغير الطاقة بين الحالة الابتدائية **(1)** و الحالة النهائية **(2)** حيث :

ـ نمثل رمزيًا الجسم أو الجملة بقفاعة أو حلقة .

ـ نمثل أشكال الطاقة داخل الجسم أو الجملة والتي تتغير بين حالتين (1) ، (2) بأعمدة (عمود واحد لكل شكل من الطاقة المتغيرة) مرسومة داخل القفاعة و مملوء جزئيًا . السهم داخل العمود يشير إلى جهة تغير الطاقة المخزنة .



حوصلة الطاقة

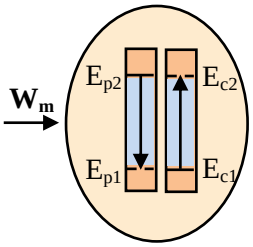
● **ملاحظات :** 1°) يستعمل عمود واحد أو أكثر داخل القفاعة حسب عدد أشكال الطاقات المتغيرة في الجملة .

2°) في حالة عدم تغير شكل من الأشكال الثلاثة للطاقة (E_c , E_p , E_i) لا يرسم العمود الذي يمثلها .

● **مثال (1) :** يقذف طفل كرة برجله نحو الأعلى .

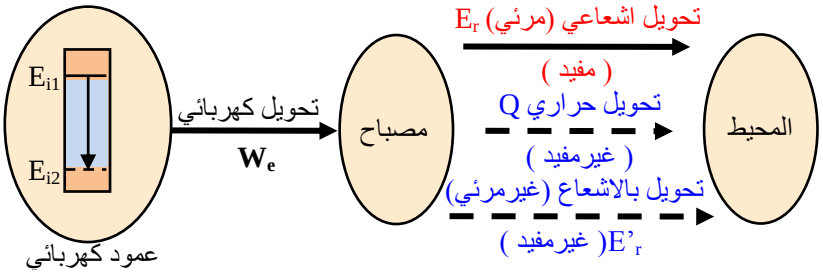
مثل الحصيلة الطاقوية ، و أكتب معادلة انحفاظ الطاقة في مرحلة الصعود .

● **الحل :** نعتبر الجملة (**كرة + أرض**) بالتالي لحظة قذف الكرة تتحول طاقة من الطفل (وسط خارجي) إلى الجملة بسبيل ميكانيكي W_m . خلال مرحلة الصعود تنقص **الطاقة الحركية** E_c للجملة بالمقابل تزداد **طاقتها الكامنة الثقالية** E_p ، فإذا كانت للجملة مباشرة قبل القذف طاقة حركية E_{c1} و طاقة كامنة E_{p1}



فإن معادلة انحفاظ الطاقة تكتب كالتالي : $E_1 = E_2 \Leftrightarrow E_{c1} + E_{p1} + W_m = E_{c2} + E_{p2}$.

● **مثال (2) :** يغذي عمود كهربائي مصباح ذو سلك متوهج . مثل الحصيلة الطاقوية للتركيب الموافق بين الحالتين : بعد غلق الدارة و اللحظة التي تنخفض فيها شدة توهج المصباح ، ثم أكتب معادلة انحفاظ الطاقة للعمود الكهربائي .



● **الحل :** خلال توهج المصباح ، تنقص الطاقة الداخلية (E_i) للعمود الكهربائي بحدوث تحويل كهربائي للطاقة بين هذا الأخير و المصباح و الذي بدوره يحول الطاقة المستقبلة إلى الوسط الخارجي (المحيط) بشكل إشعاع مرئي (E_r) "طاقة مفيدة" و بشكل إشعاع غير مرئي (E'_r) و تحويل حراري **(Q)** "طاقة غير مفيدة" و منه معادلة انحفاظ الطاقة للعمود الكهربائي (أنظر نموذج الحصيلة الطاقوية المرفق) : $E_{i2} = E_{i1} - W_e$.