الشغـل وطـاقة الوضع الثقالية ـ الطاقة الميكانيكية

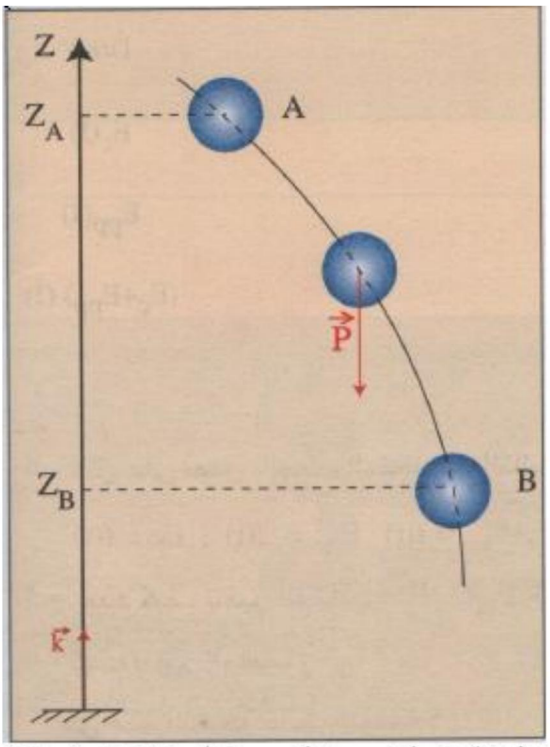
Travail et Energie potentielle de pesanteur – Energie mécanique

I. طاقة الوضع الثقالية

1. تعريف

طاقة الوضع الثقالية لجسم في مجال الثقالة هي الطاقة التي يمتلكها الجسم نتيجة موضعه بالنسبة للأرض ؛

مصدرها **التأثير البيني بين الجسم والأرض** .



سقوط حر لجسم صلب بين الموضعين A و B

2. تعبير طاقة الوضع الثقالية

توصلنا سابقا إلى العلاقة :

$$W_{AB}(\vec{P}) = m.g(z_A - z_B) = m.g.z_A - m.g.z_B$$

تبين هذه العلاقة أن شغل وزن الجسم يظهر كفرق لمقدارين :

- $m.g.z_A$: طاقة الوضع الثقالية في G_A .
- $m.g.z_B$: طاقة الوضع الثقالية في G_B .

نرمز لطاقة الوضع الثقالية بالرمز E_{pp} ؛ وحدتها الجول (J) .

أي أن : $\boxed{W_{AB}(\vec{P}) = E_{pp}(A) - E_{pp}(B)}$

بصفة عامة ، نعبر عن طاقة الوضع الثقالية لجسم صلب كتلته m ؛

بالعلاقة : $\boxed{E_{pp} = m.g.z + K}$

حيث :

- K : ثابتة اعتباطية تتعلق بالحالة المرجعية.
- z: أنسوب مركز قصور الجسم
- g: شدة الثقالة

3.الحالة المرجعية

الحالة المرجعية لطاقة الوضع الثقالية هي الحالة التي نختارها اعتباطيا حيث تسند ل طاقة الوضع الثقالية القيمة $\boxed{E_{pp} = 0}$.

عند الحالة المرجعية نكتب : $\boxed{E_{pp}(z_0) = m.g.z_0 + K = 0}$

أي أن : $K = -m.g.z_0$

نعوض في العلاقة السابقة ؛ فنجد : $\mathbf{E_{pp}(z) = m.g.(z - z_0)}$

- إذا كان $z > z_0$ فإن: $E_{pp}(z) > 0$: نقول بأن الجسم فوق الحالة المرجعية .
- إذا كان $z < z_0$ فإن: $E_{pp}(z) < 0$: نقول بأن الجسم تحت الحالة المرجعية.
- إذا كان $z = z_0$ فإن: $E_{pp}(z) = 0$: نقول بأن الجسم في الحالة المرجعية.

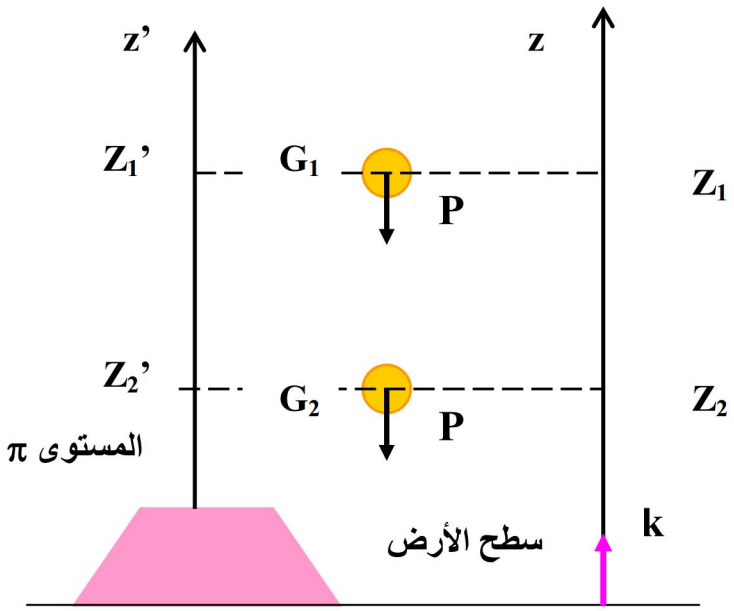
ملحوظة : تتناسب E_{pp} اطرادا مع الارتفاع .

E_{pp} : مقدار جبري عكس الطاقة الحركية التي تكون دائما موجبة.

$E_{pp} = cte$: لجسم فوق مستوى أفقي (z_G=cte) .

تطبيق : تمرين 2 ص 69

4.تغير طاقة الوضع الثقالية ΔE_{pp}



➢ الحالة المرجعية منطبقة مع سطح الأرض : K = 0

$$\Delta E_{pp} = E_{pp_2} - E_{pp_1} = (m.g.z_2 + K) - (m.g.z_1 + K)$$

أي أن : $\Delta E_{pp} = m.g.z_2 - m.g.z_1 = m.g.(z_2 - z_1)$

ومنه : $\Delta E_{pp} = -m.g.(z_1 - z_2) = -mgh$

➢ الحالة المرجعية منطبقة مع المستوى π :

$$\Delta E_{pp} = E'_{pp_2} - E'_{pp_1} = (m.g.z'_2 + K') - (m.g.z'_1 + K')$$

أي أن : $\Delta E_{pp} = m.g.z'_2 - m.g.z'_1 = m.g.(z'_2 - z'_1)$

ومنه : $\Delta E_{pp} = -m.g.(z'_1 - z'_2) = -mg.h = W_{G1G2}(\vec{P})$

استنتاج : تغير طاقة الوضع الثقالية لا يتعلق بالحالة المرجعية التي يتم اختيارها .

ملحوظة :

- $z_1 > z_2$: أي أن $\Delta E_{pp} < 0$: يفقد الجسم طاقة الوضع الثقالية أثناء نزوله .
- $z_1 < z_2$: أي أن $\Delta E_{pp} > 0$: يكتسب الجسم طاقة الوضع الثقالية أثناء صعوده .

تطبيق : تمرين 5 ص 69

1. حساب طاقة الوضع الثقالية للحمولة :

لدينا : $E_{pp}(z) = m.g.(z - z_0) = m.g.h$

ت.ع : $E_{pp}(z) = 100.9,8.6 = 5,88.10^3 \ J$

2. حساب تغير طاقة الوضع الثقالية ΔE_{pp} :

$$\Delta E_{pp} = E_{pp(imble)} - E_{pp(Terre)} = m.g.h' - mg.z_0$$

أي أن : $\Delta E_{pp} = m.g.h' = 100.9,8.15 = 1,47.10^4 \ J$

II . الطاقة الميكانيكية Energie mécanique

1. تعريف

نسمي الطاقة الميكانيكة لجسم صلب عند كل لحظة مجموع طاقته الحركية وطاقة الوضع الثقالية ؛ نرمز لها بالرمز ووحدتها الجول .

ملحوظة : في حالة السقوط الحر : $E_m = \frac{1}{2}m.v^2 + m.g.z + K$

حيث v سرعة الجسم و z أنسوب مركز قصوره G في لحظة معينة :

2. انحفاظ الطاقة الميكانيكية

2.1. حالة السقوط الحر : النشاط 1 ص 56

في حالة السقوط الحر؛ يخضع الجسم لوزنه فقط أي أن : $-\Delta E_{pp} = W_{12}(\vec{P})$

فحسب مبرهنة الطاقة الحركية نكتب: $\Delta E_C = E_C(2) - E_C(1) = W_{12}(\vec{P})$

أي أن: $\Delta E_C = -\Delta E_{pp}$

ومنه : $E_C(2) - E_C(1) = E_{pp}(1) - E_{pp}(2)$

وبالتالي نجد: $E_C(2) + E_{pp}(2) = E_C(1) + E_{pp}(1)$

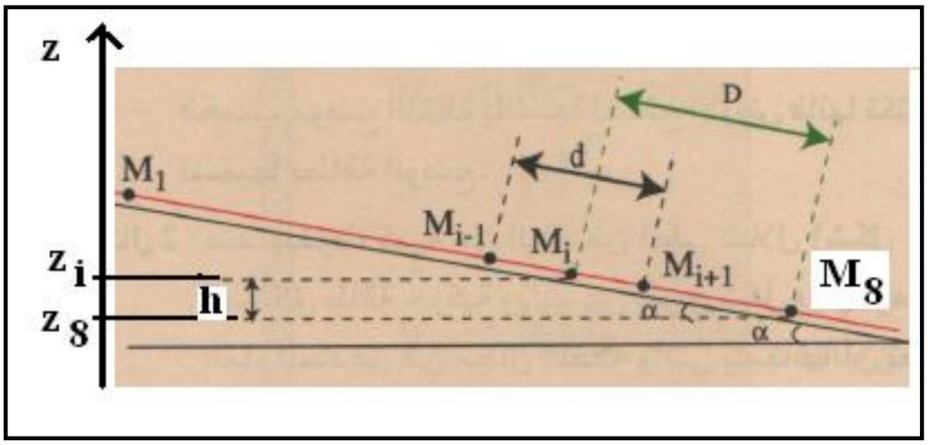
$E_m(2) = E_m(1)$ انحفاظ الطاقة الميكانيكية .

خلاصة :

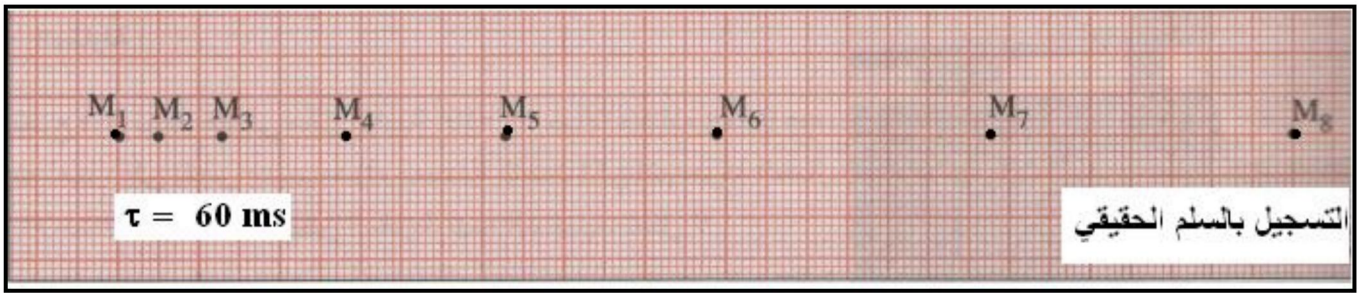
أثناء السقوط الحر تنحفظ الطاقة الميكانيكية .
وزن الجسم قوة محافظية لأنها لاتغير من قيمة الطاقة الميكانيكية

2.2. حالة جسم صلب خاضع لعدة قوى بدون احتكاك

2.2.1. نشاط تجريبي



نرسل حاملا ذاتيا (S) بدون سرعة بدئية ، فوق منضدة مائلة بزاوية بالنسبة للخط الأفقي نعطي و نسجل مواضع مركز قصوره خلال مدد زمنية متتالية متساوية فنحصل على التسجيل التالي:

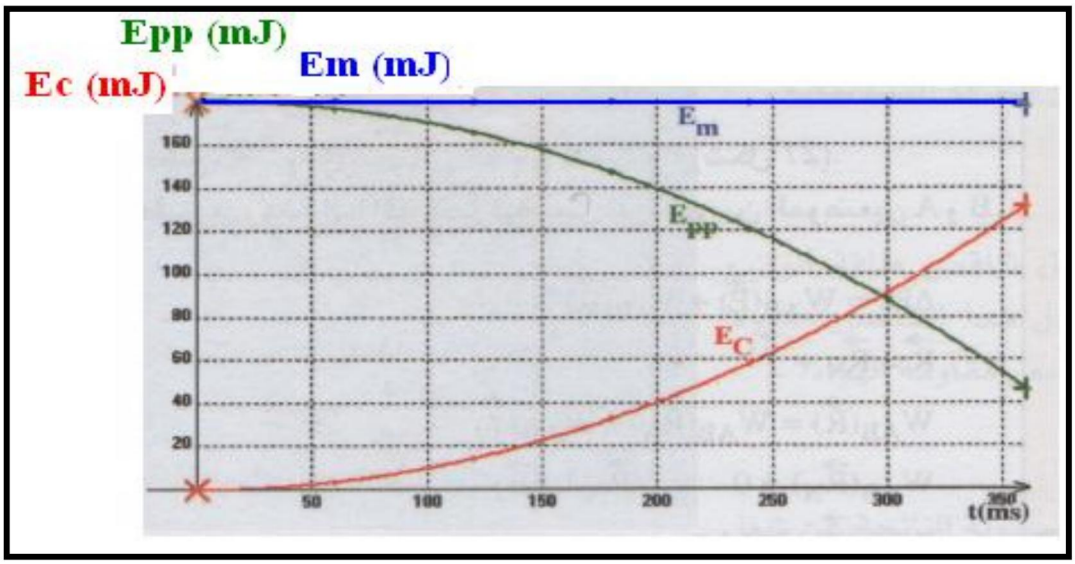


نختار المستوى المرجعي لطاقة الوضع الثقالية عند الموضع M_0

2.2.2. جدول النتائج

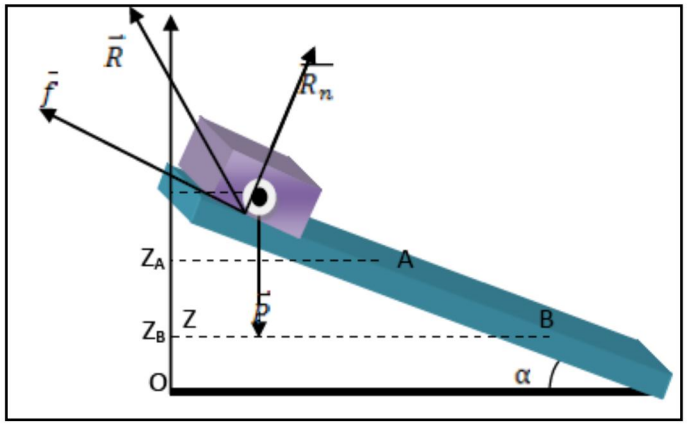
النقطة	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8
t (10^{-3} s)	0	60	120	180	240	300	360	420
d (10^{-2} m)	***	1,30	2,30	3,50	4,60	5,90	7,10	****
D(10^{-1}m)	1,45	1,40	1,32	1,17	0,97	0,71	0,38	0
Ec (mJ)	***	4,29	13,44	31,12	53,76	88,45	128,10	***
Epp (mJ)	181,52	174,30	164,34	145,66	120,76	88,39	47,31	***
Ec+Epp (mJ)	***	178,60	177,78	176,78	174,52	176,84	175,40	***
x i(10^{-2} m)	0	0,5	1,30	2,80	4,80	7,40	10,70	14,50

2.2.3. تمثيل المنحنيات



2.2.4. استنتاج: نستنتج أن الطاقة الميكانيكية تبقى ثابتة نقول بأنها منحفظة .

3. عدم انحفاظ الطاقة الميكانيكية



نعتبر جسما صلبا (S) حركة مستقيمية على مستوى مائل بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي . نعتبر الاحتكاكات مهملة .

حسب مبرهنة الطاقة الحركية بين A و B نكتب : $\Delta E_C = E_C(B) - E_C(A) = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{R})$

أي أن : $E_C(B) - E_C(A) = -\Delta E_{pp} + W_{AB}(\vec{R})$

ومنه : $\Delta E_C + \Delta E_{pp} = W_{AB}(\vec{R}) = W_{AB}(\vec{f})$ لأن : $\vec{R} = \vec{R_N} + \vec{f}$

ومنه : $\boxed{\Delta E_C + \Delta E_{pp} = \Delta E_m = W_{AB}(\vec{f})}$

بما أن : $W_{AB}(\vec{f}) < 0$ فإن : $\Delta E_m < 0$ ؛ ومنه : $\boxed{E_m(B) < E_m(B)}$

نضع $Q = -W_{AB}(\vec{f})$ أي ان : $\Delta E_m = -Q$

حيث Q الطاقة الحرارية الناتجة عن الاحتككات.