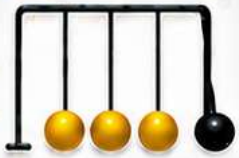


درس السنة الثالثة ثانوي

# تطور جملة ميكانيكية











الوحدة 2

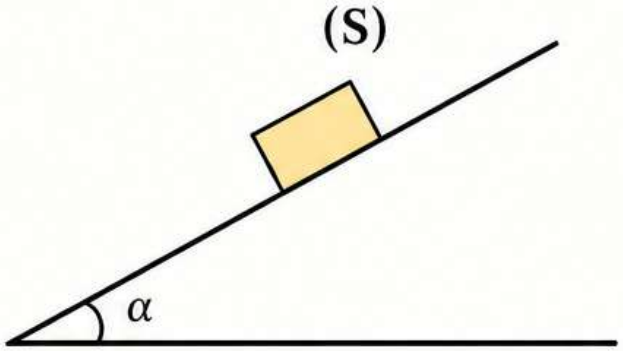
## الجزء السابع (الحركة / نيوتن)

الأستاذ بيكا
@ProfPica

# حركة مركز عطالة جسم على مستوى

## التمرين (1):

على مستوى مائل بزاوية $\alpha$ يميل على الأفقي بزاوية $\alpha$ ، تترك (بدون سرعة ابتدائية) عند اللحظة $t = 0$ جسم صلب (S) كتلته $m$ من موضع نعتبره مبدأ الإحداثيات ، نفرض أن قوى الاحتكاك تكافئ قوة ثابتة $\vec{f}$ توازي المستوى و تعاكس جهة حركة الجسم (S) .



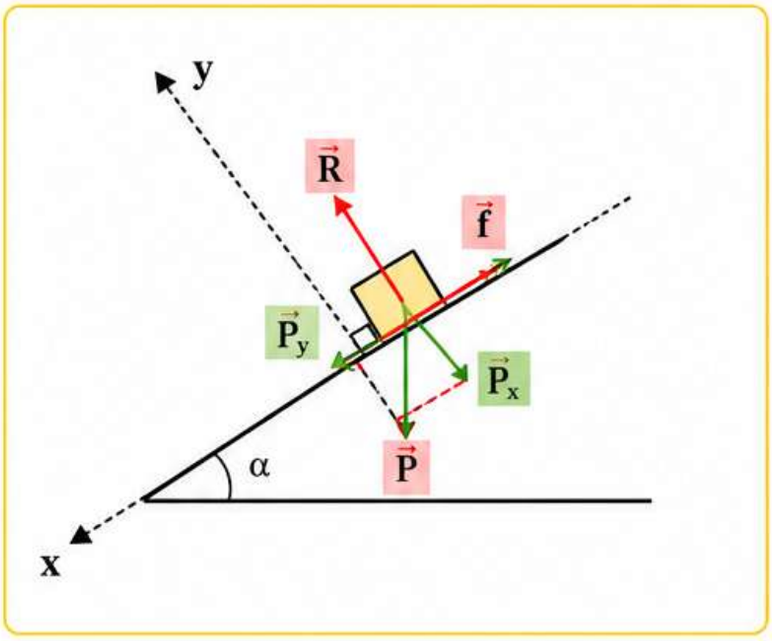

1 - أدرس طبيعة الحركة في وجود الاحتكاك .

2 - في غياب الاحتكاك ، أكتب المعادلات الزمنية للحركة ، مثل مخططات الحركة بشكل كيفي .

3 - عبر عن قوة رد فعل المستوى المائل على الجسم (S) بدلالة $m$ ، g ، $\alpha$ .

# حركة مركز عطالة جسم على مستوى

## 1- دراسة طبيعة الحركة :




- الجملة المدروسة : الجسم A .
- مرجع الدراسة : سطحي أرضي يعتبر غاليبا .
- القوى الخارجية المؤثرة على الجملة :

– الثقل $\vec{P}$

– قوة رد الفعل $\vec{R}$

– قوة الاحتكاك $\vec{f}$ .

- تطبيق القانون الثاني لنيوتن :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$$

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m\vec{a}$$

## 2- تحليل العلاقة الشعاعية وفق المحورين (ox) و (oy) :

- على المحور (ox) (موازٍ للمستوى) :
- على المحور (oy) (عمودي على المستوى) :

$$P_x + R_x + f_x = ma_x$$

$$P_y + R_y + f_y = ma_y$$

$$P\sin\alpha + 0 - f = ma$$

$$-P\cos\alpha + R + 0 = 0$$

## 3- من العلاقة (1) يكون :

$$m\,g\,\sin\alpha - f = m\,a \longrightarrow a = \frac{m\,g\,\sin\alpha - f}{m}$$

$$a = g\sin\alpha - \frac{f}{m}$$

**ملاحظات :**

- $\alpha$ : زاوية ميل المستوى .
- $m$ : كتلة الجسم (kg) .
- $f$ : شدة قوة الاحتكاك (N) وتكون عكس جهة الحركة على المستوى .
- إذا كان المستوى أملس (بدون احتكاك) فإن $f = 0$ وبالتالي $a = g\sin\alpha$ .

**خلاصة مهمة :**

- الجسم يتحرك على مستوى مائل بتسارع ثابت .
- تسارع الحركة يساوي $a = g\sin\alpha - \frac{f}{m}$ .
- كلما زادت زاوية الميل $\alpha$ يزداد تأثير الثقل على الحركة .
- قوة الاحتكاك تقلل من قيمة التسارع .

# حركة مركز عطالة جسم على مستوى

## 2- المعادلات الزمنية و مخططات الحركة في غياب الاحتكاك :

في غياب الاحتكاك ( $f = 0$ ) ، تصبح عبارة التسارع كما يلي :

$$a = g \sin\alpha$$

- تكامل الطرفين بالنسبة للزمن :

$$v = g \sin\alpha \; t + C_1$$

- من الشروط الابتدائية :

$$t = 0 \rightarrow v = 0 \rightarrow C_1 = 0$$

و منه يصبح :

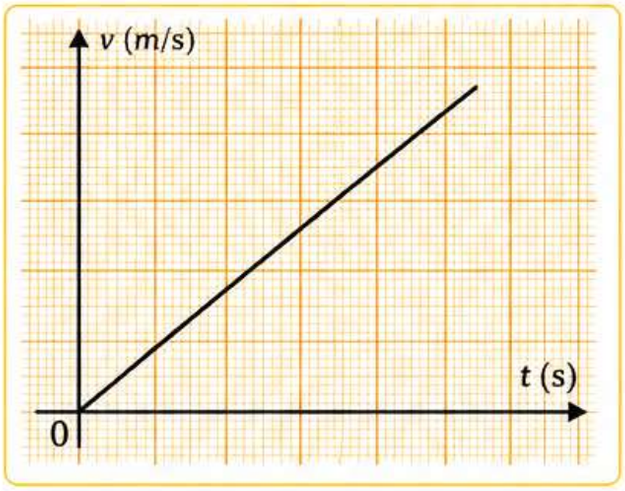
$$v = g \sin\alpha \; t$$

أو :

$$v = a \; t$$

**ملاحظة :**
يكون منحنى $v(t)$ خطاً مستقيماً يمر من المبدأ وميلُه يساوي التسارعَ $a = g \sin\alpha$ .

**بيانياً :**




- تكامل طرفي $v(t)$ بالنسبة للزمن نجد :

$$x = \frac{1}{2} g \sin\alpha \; t + C$$

- من الشروط الابتدائية :

$$t = 0 \rightarrow x = 0 \rightarrow C = 0$$

و منه يصبح :

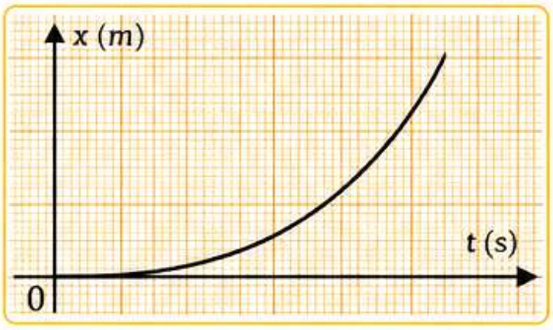
$$x = \frac{1}{2} g \sin\alpha \; t^2$$

أو :

$$x = \frac{1}{2} a \; t^2$$

**ملاحظة :**
يكون منحنى $x(t)$ قطعاً مكافئاً يمر من المبدأ و يتجهُ نحو الأعلى.

**بيانياً :**




**خلاصة مهمة :**

في غياب الاحتكاك : $a = g \sin\alpha$ ثابت .

- السرعة تزداد خطياً مع الزمن : $v = a \; t$ .
- الموضع يزداد وفق علاقة تربيعية مع الزمن : $x = \frac{1}{2} a \; t^2$ .

# حدود ميكانيك نيوتن

## 1- حدود ميكانيك نيوتن :

إن ميكانيك نيوتن عاجز عن تفسير النظام الشمسي (ذرة - نواة) ، كما أنه عاجز تماماً على تفسير بعض الظواهر الفيزيائية كإصدار المادة للضوء و امتصاصها للضوء، أما فيما يخص الطاقة المكممة في الذرة فهي لا يمكن أن تُفسر في ميكانيك نيوتن، و هذا بظهر ما بسمى بالميكانيك النسبي النسبي و ميكانيك الكم.

- **طول الموجة** $\lambda$ يتعلق بالتواتر وفق العلاقة :

$$\lambda = \frac{v}{f} \Longleftrightarrow f = \frac{v}{\lambda}$$

حيث v : هي سرعة الضوء في الخلاء $(v = 3 \,.\, 108 \text{ m/s})$ .

## 2- فرضية بلانك - أشتاين :

بالإضافة إلى أن الضوء ذو طبيعة موجية فقد افترض العالم أشتاين لتفسير يعض الضوء الظواهر الفزيبائية المستعصية أنذاك، طبيعة أخرى للضوء و هي **الطبيعة الجسيمية** ، حيث اعتبر أن الضوء يتكون من حبيبات دقيقة تدعى **الفوتونات** ، و الفوتون الواحد بحمل طاقة قدرها :

$$E = h.f = \frac{h.C}{\lambda}$$

**ثوابت مهمة**

ثابت بلانك حيث يساوي : $h = 6,62 \times 10^{-34}\ J.s$

$\nu$ : تردد الإشعاع و يقاس بالهرتز (Hz).

$\lambda$ : طول الموجة و يقاس بالمتر (m).

## ■ فرضيات دي برولي – مستويات طاقة :

بعد دراسات معمقة لأطياف الانبعاثات من طرف العالم لويس دي برولي و في سنة 1913 (السلسلة التالية) :

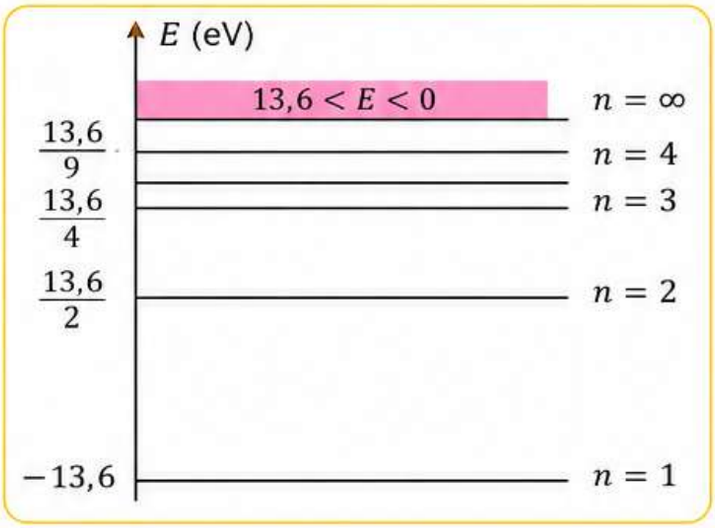
- توصل إلى نتيجة لا يمكن تفسيرها إلا بدليل عليها **متكممة** و تسمى حالات الـذرة المرتبطة لهذه القيم المسموح من الطاقة : **مستويات طاقة** .

- من الشغل (الإلكترون) من سرعة طاقة لأخري يصاحبها امتصاص أو فقدان طاقة على شكل إشعاعات ضوئية وحيدة اللون أي ذرات في شكل ذرة الهيدروجين .

- يكون ذرة الهيدروجين على أحد مستويات الطاقة للذرة ، أي موجود في مدار موافق لمبدأ لسرية من هذه السويات .

- لكل سرعة طاقة قيم فرعية لها n حيث الأرقام مرتبة ، 1 ، $n_2 = 2$ ، $n_3 = 3$ ... $n_3 = n$ $n = \infty$

فردة الهيدروجين :




**ملاحظات :**

- عند السرعة المرتبطة $n = 1$ تكون طاقة الدرة في حالتها الاساسية (غير مثارة) .
- عند السرعة $n > 1$ تكون الذرة في حالة مثارة .
- عندما تقفز الدرة من سرعة أعلى إلى سرعة أدنى ( $n_1 > n_2$ ) فإنها تفقد طاقة على شكل إشعاع ضوئي بتردد $\nu$ :

$$h\nu = E_{n_1} - E_{n_2} \qquad (\Delta E > 0)$$

- عند السرعة المرتبطة $n = \infty$ يكون الإلكترون بعيد كل البعد عن النواة و في هذه الحالة نقول عن الدرة إنها تتفكك .
- عندما تمتص الدرة طاقة على شكل إشعاع ضوئي بتردد $\nu$ معين فإن الإلكترون ينتقل إلى سرعة أعلى .
- عندما تصدر الدرة طاقة على شكل إشعاع ضوئي بتردد $\nu$ معين فإنه ينتقل إلى سرعة أدنى .

## ■ فرضية بلانك – اشتقاق :

بالإضافة إلى أن الضوء ذو طبيعة موجية فقد افترض العالم آشتاين أشتقاق لتفسير بعض الظواهر الفيزيائية المستعصية آنذاك ، طبيعة أخري للضوء و هي **الطبيعة الجسيمية** ، حيث اعتبر أن الضوء يتكون من حبيبات دقيقة تدعى **الفوتونات** ، تدنمك و الفوتون الواحد يحمل طاقة قدرها :

$$E = h.f = \frac{h.C}{\lambda}$$

**ملاحظات :**

h : ثابت بلانك $(6,62 \times 10^{-34}\ J{\cdot}s)$.

f : تردد الإشعاع (Hz).

λ : طول الموجة (m).

C : سرعة الضوء في الفراغ $(3 \times 10^{8}\ m/s)$.

E : طاقة الفوتون ( J أو eV).

**معادلة أساسية :**

$$\lambda = \frac{v}{f} \iff f = \frac{v}{\lambda}$$

إذن : $E = h.f = \frac{h.v}{\lambda}$

# حدود ميكانيك نيوتن

عندما يتنقل الإلكترون من سوية $(E_i)$ إلى سوية أخرى ذات الرقم $n_f$ $n_f$ (ذات طاقة $(E_f)$ فإنه يمتص أو تصدر فوتون طاقته مساوية للفارق بين هذين المستويين $(|E_f - E_i|)$ و تكون ، يمكن كتابة :

$$E = |E_f - E_i| = h.f$$

**ملاحظة :**

طول موجة $\lambda$ و تردد $f$ الفوتون نفسه به طول موجة و تردد الإشعاع من هذا الفوتون .

## التمرين (1) :

تحسب طاقات مختلفة لمستويات ذرة الهيدروجين بالعلاقة :

$$E_n = \frac{-13.6}{n^2}\ (eV)$$

حيث : n عدد الكم الرئيسي .

1- ما هي أدنى طاقة لازمة لتحرير ذرة الهيدروجين و هي في الحالة الأساسية ؟

2- احسب طاقة كل فوتون تصدر للانتقال في ذرة الهيدروجين ، لتنتقل الإلكترون :

أ- من السوية $n = 1$ إلى السوية $n = 2$

ب-من السوية $n = 1$ إلى السوية $n = 3$

ج- اكتب الفوتونات ذات الطاقات التالية على الترتيب :

$E_1 = 10.20\ eV$ • $E_2 = 15.90\ eV$ • $E_3 = 04.50\ eV$

$E_4 = 15.00\ eV$ • $E_5 = 12.08\ eV$ • $E_6 = 11.00\ eV$

حدد من بين الفوتونات السابقة من هي الفوتونات التي يلزمها لتحرير ذرة الهيدروجين و هي في الحالة الأساسية مررز بيسل بصر تردد الإشعاع المناسب عندما يقفز الإلكترون من $n = 1$ إلى $n = 1$ و من $n = 2$ إلى $n = 3$ .

**المعطيات :**

ثابت بلانك :

$h = 6.62 \times 10^{-34}\ J.s$

$1eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J$

**الحل :**

**1- أدنـي طاقة لازمة لتحرير ذرة الهيدروجين :**

التحرر يكون من أجل انتقال من سوية الطاقة من الحالة $n = 0$ إلى الحالة $n = \infty$ و هي طاقة تكون فيها طاقة الذرة كما يلي :

$$E = E_{(\infty)} - E_{(0)} = \frac{-13.6}{(\infty)^2} - \frac{-13.6}{(0)^2} = 0 + 13.6 = 13.6\,MeV$$

**2- طاقة كل فوتون تصدر للانتقال في ذرة الهيدروجين :**

أ - طاقة الفوتون عندما يقفز الإلكترون من سوية $n = 1$ إلى السوية $n = 2$ :

$$E = E_{(2)} - E_{(1)} = \frac{-13.6}{(2)^2} - \frac{-13.6}{(1)^2} = -3.4 - (-13.6) = 10.2\,MeV$$

ب- طاقة الفوتون عندما يقفز الإلكترون من سوية $n = 1$ إلى السوية $n = 3$ :

$$E = E_{(3)} - E_{(1)} = \frac{-13.6}{(3)^2} - \frac{-13.6}{(1)^2} = -1.51 - (-13.6) = 12.09\,MeV$$

- $E_1 = 10.20\ eV \Rightarrow$ من $n = 1$ إلى $n = 1$
- $E_2 = 15.90\ eV \Rightarrow$ ( تحرر $\infty$ إلى $n = 1$
- $E_3 = 04.50\ eV \Rightarrow$ $n = 2$ إلى $n = 3$
- $E_4 = 15.00\ eV \Rightarrow$ ( تحرر $\infty$ إلى $n = 1$
- $E_5 = 12.08\ eV \Rightarrow$ $n = 3$ إلى $n = 3$
- $E_6 = 11.00\ eV \Rightarrow$ ( تحرر $\infty$ إلى $n = 3$

**النتيجة :**

- تردد الإشعاع المناسب للانتقال من :

$$E = 10.20\,eV \Rightarrow f = \frac{E}{h} = \frac{10.20 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.62 \times 10^{-34}} \approx 2.47 \times 10^{15}\,Hz$$

$$E = 04.50\,eV \Rightarrow f = \frac{E}{h} = \frac{4.50 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.62 \times 10^{-34}} \approx 1.09 \times 10^{15}\,Hz$$

# حدود ميكانيك نيوتن

## 3- الفوتونات القادرة على إثارة ذرة الهيدروجين :

الفوتون الذي يمكنه إثارة ذرة الهيدروجين من الفوتون الذي يقدر الإلكترون ينتقل من سبروة $n_1 = 1$ (الأساسية ) إلى سبروة ( حيث $n$ عدد طبيعي ) و تكون طاقته مساويةعندئذ :

$$E = E_{(n)} - E_{(1)}$$

$$E = \frac{-13.6}{(n)^2} - \frac{-13.6}{(1)^2} = \frac{-13.6}{n^2} + 13.6$$

$$\frac{13.6}{n^2} = 13.6 - E \quad \Rightarrow \quad n^2 = \frac{13.6}{13.6 - E} \quad \Rightarrow \quad \frac{13.6}{n^2} = 13.6 - E \quad \Rightarrow \quad n = \sqrt{\frac{13.6}{13.6 - E}}$$

- $E_1 = 04.50\ eV \quad \Rightarrow \quad n = \sqrt{\frac{13.6}{13.6 - 4.50}} = 1.22$ ✓
- $E_2 = 15.90\ eV \quad \Rightarrow \quad n = \sqrt{\frac{13.6}{13.6 - 15.90}} = ?$ ✗ غير ممكن لأن $13.6 - 15.90 <$ لا يوجد حل حقيقي
- $E_3 = 10.20\ eV \quad \Rightarrow \quad n = \sqrt{\frac{13.6}{13.6 - 10.20}} = 2$ ✓
- $E_4 = 11.00\ eV \quad \Rightarrow \quad n = \sqrt{\frac{13.6}{13.6 - 11.00}} = 3.31$ ✓
- $E_5 = 12.08\ eV \quad \Rightarrow \quad n = \sqrt{\frac{13.6}{13.6 - 12.08}} = 3$ ✓
- $E_6 = 15.00\ eV \quad \Rightarrow \quad n = \sqrt{\frac{13.6}{13.6 - 15.00}} = ?$ ✗ غير ممكن لأن $13.6 - 15.00 <$ لا يوجد حل حقيقي

إذن الفوتونات القادرة على إثارة ذرة الهيدروجين هي الفوتونات ذات الطاقات :

- ★ $E_3 = 10.20\ eV$ ينتقل الإلكترون من سبروة الأساسية إلى $n = 2$ .
- ★ $E_5 = 12.08\ eV$ ينتقل الإلكترون من سبروة الأساسية إلى $n = 3$ .

## 4- تردد الإشعاع الصادر :

عندما يقفز الإلكترون من سبروة $n = 3$ إلىسبروة $n = 2$ تصدر ذرة الهيدروجين فوتون طاقته :

$$E = E_{(2)} - E_{(3)} = \frac{-13.6}{(2)^2} - \frac{-13.6}{(3)^2} = -1.51 - (-3.40) = 1.51 + 3.40 = 1.89\ MeV$$

## 5- قانون طاقة الفوتون وفق إشعاع تردد :

و هنا القانون يوافق إشعاع تردد $\nu$ حيث :

$$E = h\nu \quad \Rightarrow \quad \nu = \frac{E}{h}$$

**المعطيات اللازمة :**

$h = 6.62 \times 10^{-34}\ J.s$

$1eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J$

$$\nu = \frac{1.89 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.62 \times 10^{-34}} = 4.57 \times 10^{14}\ Hz$$

@prof_pica

profpica

@profpica

الأستاذ بيكا