

## تمارين حول السقوط الرأسي لجسم صلب خاص بالعلوم الرياضية والعلوم التجريبية مسلك العلوم الفيزيائية

بالنسبة لجميع التمارين نأخذ :

شدة مجال الثقالة ، الكتلة الحجمية للهواء :  $\rho_{air} = 1,3 \text{ kg / m}^3$  الكتلة الحجمية للماء :

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \text{ : حجم كرة . } \rho_{eau} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg / m}^3$$

### تمرين 1 السقوط الحر مرة أخرى

تطلق كرة بدون سرعة بدئية بحيث أنها تقطع مسافة 20m عند الثانية ما قبل الأخيرة من سقوطها .  
نأخذ  $g = 10 \text{ m/s}^2$  . نعتبر أن السقوط حرا .

1 - ماهي مدة سقوطها ؟

2 - أحسب سرعة الكرة خلال قطعها مسافة 10m .

3 - احسب سرعتها عند وصولها إلى سطح الأرض ،

### تمرين 2

نرسل نحو الأعلى بسرعة بدئية  $v_{01} = 30 \text{ m/s}$  كرة ، وبعد ثانية (1s) نرسل كرة أخرى في نفس اتجاه الكرة الأولى ، نحو الأعلى ، بسرعة بدئية  $v_{02} = 40 \text{ m/s}$  حدد اللحظة t والموضع z الذي ستلتقي فيه الكرتان .

### تمرين 3 سقوط مظلي ولوازمه

يقفز مظلي ولوازمه من طائرة توجد على ارتفاع h من سطح الأرض . كتلة المظلي ولوازمه m ونأخذ قيمة شدة مجال الثقالة  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  .

نقبل أن مجموع القوى المطبقة من طرف الهواء على المظلي يمكن نمذجتها بقوة الاحتكاك  $f = k \cdot v^2$  بحيث أن  $k = 0,78 \text{ SI}$  .

1 - انطلاقا من معادلة الأبعاد حدد وحدة الثابتة k في النظام العالمي للوحدات ( SI ) .

2 - أوجد المعادلة التفاضلية خلال سقوط المظلي ولوازمه باعتبار المحور الرأسي  $(O, \vec{k})$  وموجها نحو الأسفل . نهمل دافعة أرخميدس .

3 - لتحديد تغير السرعة خلال الزمن t نستعمل طريقة أولير حيث نختار خطوة الحساب  $\Delta t = 0,5 \text{ s}$  .

3 - 1 لتكن  $v_n$  السرعة في اللحظة  $t_n$  و  $v_{n+1}$  السرعة في اللحظة  $t_{n+1} = t_n + \Delta t$  ، بين أن المعادلة

التفاضلية السابقة يمكن أن تكتب على الشكل التالي :

$$v_{n+1} = v_n + A - B \cdot v_n^2 \text{ حيث } A = 4,9 \text{ SI} \text{ و}$$

$$B = 1,95 \cdot 10^{-3} \text{ SI}$$

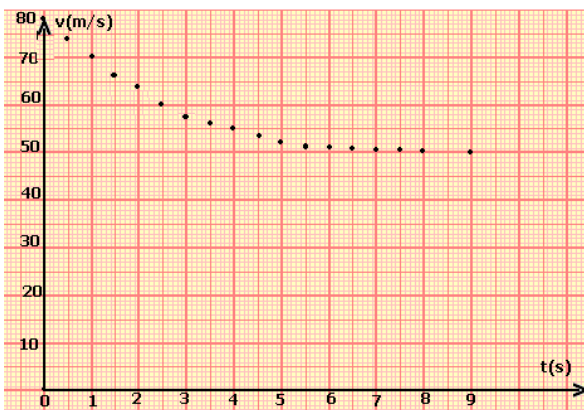
حدد بدقة وحدة الثابتين A و B في النظام العالمي للوحدات .

3 - 2 باستعمال المبيان جانبه والذي يمثل تغيرات السرعة v بدلالة الزمن t التي تم حسابها بواسطة العلاقة السابقة ، عين :

أ - رتبة قدر المدة اللازمة ليصل المظلي ولوازمه إلى السرعة الحدية ،

ب - قيمة السرعة الحدية ، وعبر عنها بالوحدة  $\text{km / h}$

ج - قيمة الزمن المميز للحركة



#### تمرين 4 : فقاعة من الهواء في مسبح

في عمق مسبح حيث  $z_0 = -3,0m$  أحدث غطاس فقاعة صغيرة من الهواء عند اللحظة  $t = 0s$  . نقبل أن الفقاعة كروية الشكل .

بدنيا يكون شعاع الفقاعة  $r(z_0) = r_0 = 0,50mm$  .

درجة حرارة الماء والهواء الموجود في الفقاعة ثابتة :  $T_0 = 300K$  .

ضغط الماء في حوض المسبح يتغير مع العمق  $z$  من خلال العلاقة التالية :  $p_{eau}(z) = p_{atm} - \rho g z$  :

الضغط على سطح الماء  $z=0$   $p_{atm} = 1,0.10^5 Pa$

الكثافة الحجمية للماء ،  $\rho = 1,0.10^3 kg / m^3$  ،

شدة مجال الثقالة .  $g = 9,8m / s^2$  .

ضغط الهواء الموجود في الفقاعة يساوي ضغط الماء في

العمق نفسه أي أن  $p_{air}(z) = p_{eau}(z)$  .

نعطي ثابتة الغازات الكاملة :  $R = 8,314S.I$  .

1 - نفترض أن الهواء الموجود في الفقاعة غاز كامل ، أوجد

تعبير شعاع الفقاعة  $r(z)$  بدلالة العمق  $z$  .

2 - أحسب كمية مادة الهواء الموجودة في الفقاعة  $n_{air}$  .

3 - أحسب شعاع الفقاعة عند وصولها إلى سطح الماء .

نهمل تغير شعاع الفقاعة ، إذا كان التغير أصغر من 10% )

بالقيمة المطلقة ) من القيمة البدئية .

هل يمكن إهماله ؟

4 - إذا كانت الكتلة المولية للهواء  $M(air) = 29g / mol$  ، أحسب الكتلة  $m$  للفقاعة ثم أعط مميزات

المتجهة  $\vec{P}$  وزن الفقاعة .

5 - أعط مميزات دافعة أرخميدس  $\vec{F}_A$  التي تخضع إليها الفقاعة بدلالة الشعاع  $r_0$  .

6 - تخضع الفقاعة كذلك إلى قوة الاحتكاك المائع وهي تكتب على الشكل التالي :  $\vec{f} = -6\pi\eta.r_0.\vec{v}$  :

بحيث أن  $\eta = 1,0.10^{-3} Pa.s$  لزوجة الماء و  $r_0$  شعاع الفقاعة و  $\vec{v}$  متجهة سرعتها .

6 - 1 مثل على تبيانه القوى المطبقة على الفقاعة . ( بدون سلم )

6 - 2 باعتبار أن حركة الفقاعة رأسية ، أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها السرعة الرأسية  $v$

للفقاعة بدلالة الزمن .

7 - حل المعادلة التفاضلية هو كالتالي :  $v(t) = v_\ell (1 - e^{-t/\tau})$  :

باعتبار أن  $A + Be^x$  منعدمة بالنسبة للقيم  $x$  إذا كانت  $A = B = 0$  ، حدد قيم المقادير التالية :

$\tau$  و  $v_\ell$  باعتبار أن  $v(t)$  حلا للمعادلة التفاضلية .

8 - حدد السرعة القصوى للفقاعة .

