

## الجزء I : الشغل الميكانيكي و الطاقة

الدرس 1 : حركة دوران جسم صلب غير قابل للتشويه حول محور ثابت

### السلسلة ①



α

التمرين 01

#### ☑ Point Méthode :

#### Calculer la vitesse d'un point du solide à partir du nombre de tours par minutes

La vitesse angulaire moyenne est souvent fournie indirectement par l'énoncé qui donne le nombre de tours par minute effectués par le solide. Il faut donc commencer par convertir cette grandeur en radian par seconde. Pour cela, on doit convertir:

- Le nombre de tours en radian:  $\alpha=2\pi$  pour chaque tour.
- Les minutes en secondes:  $1\text{min}=60\text{s}$ .

**Exemple :** soit un solide effectuant dix tours par minute autour d'un axe fixe. Sa vitesse angulaire vaut alors :  $\omega = \dots\dots\dots$   
On passe alors à la vitesse moyenne d'un point en multipliant la vitesse angulaire moyenne par la distance du point considéré au centre de sa trajectoire (c'est-à-dire à l'axe de rotation). Ici, si le point M est à 2,0 m du centre O de sa trajectoire :  $v(M)=\dots\dots\dots$

α

التمرين 02

- ① أحسب السرعة الزاوية لقرص في حركة دوران منتظم علما انه يدور بزاوية  $\Theta=0,3\text{rad}$  خلال المدة الزمنية  $\Delta t=0,1\text{s}$ . استنتج دور و تردد حركة هذا القرص.
- ② قيمة سرعة نقطة من فوق عجلة سيارة، قطرها 60cm هي  $v=90\text{km/h}$ . أحسب السرعة الزاوية للعجلة بالوحدة  $\text{tr/s}$  ثم بالوحدة  $\text{tr/min}$ ، و استنتج قيمة تردد دوران العجلة.

α

التمرين 03

- قطر منوب محطة نووية هي 2,2m. عند تشغيله ينجز الدوار حركة دوران حول محور ثابت بسرعة زاوية قيمتها 25 دورة في الثانية.
- ① عبر عن السرعة الزاوية للدوار بالوحدة  $(\text{rad/s})$ .
  - ② أحسب قيمة السرعة الخطية لنقطة M توجد على الجانب الخارجي للدوار.

α

التمرين 04

#### Vrai ou Faux

- ① Tous les points d'un solide en translation ont à chaque instant la même vitesse instantanée.
- ② Tous les points d'un solide en rotation ont à chaque instant la même vitesse instantanée.
- ③ Lorsqu'un solide est en translation, tous ses points sont en mouvement uniforme.

#### Machine à Laver

Sur une machine à laver, est indiquée la vitesse de rotation (constante) du tambour lors de l'essorage : 800 tours par minute.

- ① Quelle est sa vitesse angulaire en radian par seconde?
- ② En déduire la fréquence du mouvement de rotation.
- ③ Durant l'essorage, le linge reste plaqué contre la surface du tambour, assimilable à un cylindre de diamètre 80cm. Quelle est la vitesse du linge durant l'essorage?

α

التمرين 05

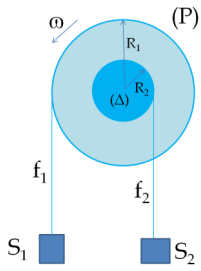
- يدير محرك قرصا متجانسا (S) شعاعه  $r=5\text{cm}$  بسرعة 1050 دورة في الدقيقة حول محور ثابت منطبق مع محور تماثله.
- ① عبر عن السرعة الزاوية لدوران القرص بالوحدة  $(\text{rad/s})$ . أحسب الدور  $T$  و التردد  $N$  لحركة القرص.
  - ② أحسب السرعة  $v_A$  لنقطة A من محيط القرص. أحسب عدد الدورات التي ينجزها القرص خلال المدة الزمنية  $\Delta t=10\text{s}$ .

1/3

BE CALME, WORK HARD ☺

## التمرين 06

β



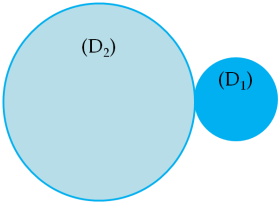
نعتبر بكرة (P) ذات مجريين شعاعهما على التوالي  $R_1=20\text{cm}$  و  $R_2=10\text{cm}$ ، تدور بسرعة زاوية ثابتة  $\omega$  حول نفس المحور الأفقي ( $\Delta$ ) في المنحى المبين على الشكل جانبه. الخيطان  $f_1$  و  $f_2$  الملقوفان على مجريي البكرتين يحملان في طرفيهما الحرين جسمين  $S_1$  و  $S_2$ . نفترض أن الخيطين غير قابلين للامتداد ولا ينزلقان على المجريين.

① أحسب سرعة كل من  $S_1$  و  $S_2$  عندما يكون تردد الدوران  $N=10 \text{ tr.s}^{-1}$ .

عناصر الإجابة :  $v_1 \approx 12,56 \text{ m/s}$  و  $v_2 \approx 6,28 \text{ m/s}$

## التمرين 07

β



بكرتان شعاعهما  $R_1$  و  $R_2$ ، تتدحرجان الواحدة على الأخرى بدون انزلاق (انظر الشكل).

① علما أن السرعة الزاوية للبكرة ( $D_1$ ) ثابتة:  $\omega_1 = \pi \text{ rad.s}^{-1}$  مثل متجهة السرعة  $\vec{v}_1$  لنقطة M من محيط البكرة.

② أعط تعبير السرعة الزاوية  $\omega_2$  للبكرة ( $D_2$ ) بدلالة  $\omega_1$ ،  $R_1$  و  $R_2$ .

③ نضع بين البكرتين السابقتين ( $D_1$ ) و ( $D_2$ ) بكرة ثالثة ( $D_3$ )، عين السرعة الزاوية  $\omega_2$  للبكرة ( $D_2$ ) علما أن البكرة ( $D_1$ ) تحتفظ بنفس السرعة  $\omega_1$ . ما دور البكرة ( $D_3$ ) ؟

## التمرين 08

α

المعادلة الزمنية لحركة نقطة M من جسم صلب في دوران حول محور ثابت هي :  $s(t) = 0,7t + 0,03$  حيث t بالثانية (s) و s بالمتري (m).

① ما طبيعة حركة الجسم الصلب؟

② حدد قيمة الأفضول المنحني للنقطة M عند اللحظة  $t=0$ .

③ إذا علمت أن قطر المسار الدائري للنقطة M هو 30cm، أوجد تعبير الأفضول الزاوي  $\Theta(t)$  للنقطة M بدلالة الزمن t.

## التمرين 09

γ

متحركان  $M_1$  و  $M_2$  ينتقلان على مسارين دائريين ممركين شعاعيهما  $R_1$  و  $R_2$ ، بسرعتين خطيتين ثابتتين  $V_1$  و  $V_2$ . عندما يدوران في نفس المنحى يلتقيان بعد كل دقيقة، و عندما يدوران في منحنيين معاكسين يلتقيان كل 30s.

① أحسب السرعتين  $V_1$  و  $V_2$  علما أن  $R_2 = 2R_1 = 80\text{cm}$  و  $V_1 > V_2$ .

عناصر الإجابة :  $v_1 \approx 6,25 \text{ cm/s}$  و  $v_2 \approx 4,19 \text{ cm/s}$

## التمرين 10

β

آلة لقطع البلاط مجهزة بقرص من الماس قطره 18mm، من بين المميزات التقنية المبينة من طرف الصانع نقرأ سرعة دوران القرص 2950 tr/min.

① عبر عن قيمة السرعة الزاوية للقرص بالوحدة (rad/s).

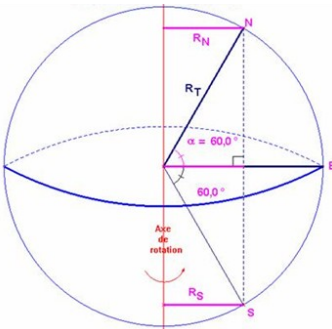
② أحسب السرعة اللحظية لحنة من مسحوق الألماس المتواجدة في محيط القرص.

③ بالنسبة لحنة تتفصل عن محيط القرص، عين المدة الزمنية اللازمة لكي تصل هذه الحبة لشخص يبعد عن القرص بمتري (2m).

④ علل المطالبة بحمل النظارات الواقية من طرف الأشخاص الذي يشتغلون على مقربة من آلة القطع.

## التمرين 11

β



نعتبر أن الأرض كروية الشكل شعاعها  $R=6380\text{km}$ . تدور الأرض حول محور قطبيها الذي نعتبره ثابتا في المعلم المركزي الأرضي وفق حركة دورانية دورها  $T=24\text{h}$

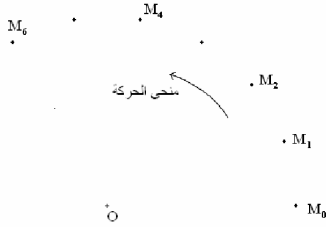
① أحسب السرعة الزاوية  $\omega$  لحركة الأرض.

② جد السرعة الخطية للنقط التالية:

- ◆ نقطة A من سطح الأرض تنتمي للقطب الشمالي.
- ◆ نقطة E من سطح الأرض تنتمي لخط الإستواء.
- ◆ نقطة N من سطح الأرض معلمة بخط العرض  $\alpha=60^\circ$ .

## التمرين 12

α

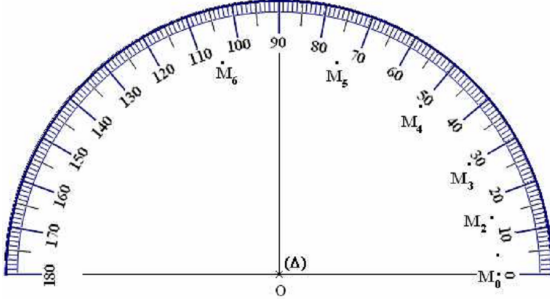


نعتبر قرصا متجانسا شعاعه R في دوران حول محور راسي (Δ) ثابت متعامد مع مستواه و يمر من مركز قصوره G. يمثل الشكل جانبه تسجيل مواضع نقطة M من محيط القرص أثناء مدد زمنية متتالية و متساوية  $\tau=40\text{ms}$ .

- ① أحسب  $V_i$  سرعة M عند المواضع  $M_2$  و  $M_4$  و  $M_6$ . ما طبيعة M حركة النقطة ؟
- ② حدد مبيانيا الشعاع R لمسار حركة M و السرعة الزاوية  $\omega$  لهذه النقطة.
- ③ أكتب المعادلة الزمنية لحركة النقطة M، باختيار النقطة  $M_0$  أصلا للأفاصيل و لحظة تسجيل النقطة  $M_1$  أصلا للتواريخ.
- ④ عين قيمة الأفصول الزاوي في اللحظة التي تاريخها  $t=0,1\text{s}$ .

## التمرين 13

α



$$v_i = \frac{M_{i+1}M_{i-1}}{2\tau} \text{ و } \omega_i = \frac{\theta_{i+1} - \theta_{i-1}}{2\tau}$$

نعتبر قرصا متجانسا (C) شعاعه R في دوران حول محور راسي (Δ) ثابت متعامد مع مستواه مطابق لمحور C. يمثل الشكل جانبه تسجيل بالسلم الحقيقي لمواضع نقطة M من محيط القرص أثناء مدد زمنية متتالية و متساوية  $\tau=20\text{ms}$ .

① باستعمال العلاقات التقريبية جانبه إملأ الجدول أسفله.

الموضع	$M_5$	$M_4$	$M_3$	$M_2$	$M_1$
السرعة الخطية $v(\text{m/s})$					
السرعة الزاوية $\omega(\text{rad/s})$					
$\frac{v}{\omega} (\text{m})$					

② حدد مبيانيا شعاع القرص (C). استنتج العلاقة بين السرعة الخطية و السرعة الزاوية.

## التمرين 14

α

### La turbine Pelton

La turbine Pelton est utilisée dans les centrales hydrauliques pour des hauteurs de chute d'eau H importantes pouvant aller jusqu'à 1800 mètres, mais de débit assez faible ( $\sim 25\text{m}^3/\text{s}$ ). Son diamètre D varie de 0,6 à 3,5 mètres. La roue Pelton est entraînée par un jet d'eau. Les aubes de la turbine sont partagées par une arête médiane qui relie deux godets. Le jet d'eau frappe l'arête, se partage en deux, puis arrive finalement dans les godets. La vitesse  $v_1$  périphérique de la roue est liée à la hauteur de chute par la relation  $v_1 = 0,45x(2.g.H)^{1/2}$

① Caractériser le mouvement de la turbine.

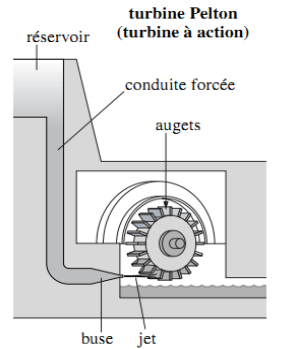
② Donner la relation entre la vitesse  $v_1$ , le diamètre D de la turbine et la vitesse angulaire  $\omega$  puis la relation entre  $\omega$ , D et la hauteur de chute H.

③ Une turbine du complexe de la Grande Dixence en Suisse tourne à 428 tours par minute pour une hauteur de chute de 1883m. Sa masse est de 28 tonnes. L'eau sort des injecteurs à la vitesse de  $680\text{km.h}^{-1}$ .

⊕ Calculer le diamètre D de cette turbine.

⊕ Comparer la vitesse  $v_1$  à celle de l'eau sortant des injecteurs.

Données : Intensité de la pesanteur  $g=9,8\text{m.s}^{-2}$

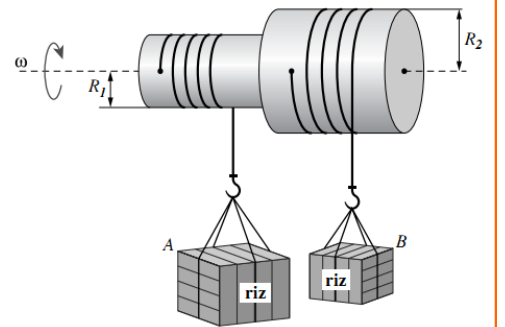


## التمرين 15

α

### Un treuil pour charger ou décharger un bateau

Un treuil utilisé dans un port est schématisé ci-dessous ; il est constitué par deux cylindres solidaires et coaxiaux, de rayons respectifs  $R_1$  et  $R_2$ . Sur chaque cylindre, s'enroule un câble auquel est accrochée une caisse. Lorsque le treuil est mis en rotation, les deux câbles s'enroulent en sens contraire. Ce système tourne alors à la vitesse angulaire de  $20\text{tr.min}^{-1}$  ;  $R_1=20\text{cm}$  et  $R_2=40\text{cm}$ .



① Décrire les mouvements des deux caisses A et B.

② Calculer la vitesse d'un point situé à la circonférence de chaque cylindre.

③ En déduire les vitesses  $v_A$  et  $v_B$  des caisses A et B.

④ Refaire un schéma du système. Représenter sur ce schéma les vecteurs vitesses en A et en B en précisant l'échelle adoptée.